



69

سلسلة كتب ثقافية شهرية يصدرها المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب - الكويت

ظاهرة العلم الحديث

● دراسة تحليلية وتاريخية

تأليف

د. عبد الله العمر



سلسلة كتب ثقافية شهرية يصدرها المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب ـ الكويت

صدرت السلسلة في يناير 1978 بإشراف أحمد مشاري العدواني 1923 ـ 1990

69

ظاهرة العلم الحديث

دراسة تحليلية و تاريخية

تأليف

د. عبد الله العمر



المحتوى

المحتوى
المحتوى
المحتوى

مقدمه

يعتبر تقدم العلم واطراد البحث فيه ركيزة أساسية في تطور الحضارة الغربية الحديثة وتعدد مظاهر الإنجازات فيها. ويمكن القول بصورة عامة، إن العلم الحديث الذي أرسيت أسسه في الفترة مما بين 1450-1700 م هو خلاصة جهود المفكرين في الغرب وثمرة أبحاثهم. ولما كان بعض المؤرخين يعمدون إلى اصطلاح عبارات يطلقونها على أحداث تاريخية محددة أو يحددون بها فترات تاريخية معلومة فان أفضل اصطلاح يمكن أن يطلق على طلائع العلم الحديث هو «الثورة العلمية» The Scientific Revolution. وأول من اصطلح هذا التحديد لتمييز تلك الفترة هو «الكسندر كواريه». Alexandere Korye في عام 1943. وكعهدنا مع كثير من المصطلحات التي تطلق على فترات تاريخية محددة كاصطلاحنا عبارة عصر النهضة The Renaissance أو عصر الإصلاح الديني The Reformation أو عصر الثورة الصناعية The Industrial Revolution نرى أن اصطلاح «الثورة العلمية» كان ولم يزل منذ إعلانه لأول مرة مثار جدل ونقطة اختلاف لوجهات نظر عديدة.

فها هو المؤرخ هيربرت بترفيلد Herbert Butterfield يذهب إلى القول بان نشأة العلم الحديث فيما بين 1450-1700 قد «فاق ضياؤها كل شيء منذ ظهور المسيحية وأحالت «عصر النهضة» وعصر

الإصلاح إلى مجرد حكايات وروايات كما لو كان هذان العصران داخلين في نظام مسيحية العصر الوسيط أو بديلان عنه».

فالعلم بالنسبة لبترفيلد قد طور بناء جديدا من المعرفة، وأوجد اتجاها فكريا جديدا، وأوجب نظرة ميتافيزيقية مبتكرة وكل ذلك كان بمثابة قوة دفع متأججة عملت عل توجيه تيارات الحياة عموما في الغرب وحضارته الحديثة. فلقد تحدى العلم الحديث تعاليم الدين المسيحي، وأصبح يشكل ركنا هاما في مناهج التعليم في المدارس على اختلاف مراحلها وخلق جوا فكريا لم يجد الكتاب على اختلاف مشاربهم بدا من الإشارة إليه أو البحث في أسسه فضلا عن أنه غير من التصور الفلسفي للعالم وتركيبه واستوجب فوق هذا وذاك دراسات جديدة ومناهج مبتكرة لمعالجة ظواهر المجتمع ومشكلاته. ولعل أكثر ما يشدد عليه بترفيلد في تصوره للعلم هو حدوث ثورة علمية أكيدة، وتغييرات جذرية في ميدان العلم نفسه من ناحية، مثلما كان للثورة العلمية هذه أثر بالغ في تشكيل وإعادة تشكيل الحياة الاجتماعية ذاتها من ناحية أخرى. والحق أن الناس قليلا ما ينكرون هاتين الحقيقتين. فإذا ما تناولنا الجانب الأول من الصورة التي عرض لها بترفيلد وهي التطورات الجذرية التي حدثت في ميدان العلم نفسه ألفينا تغييرا عظيما في ميدان العلم تناول كلا من علم الفلك، والتشريح، والرياضيات، والفسيولوجيا، وعلم الطبيعة وعلوما أخرى صار بينها وبين مناهج العصر الذي سبقها فجوة كبيرة ؟ فما عادت مناهج البحث إبان الثورة العلمية هي مناهج البحث في العصر الوسيط كلا، وما عاد تصور العلماء والناس لطبيعة الإنسان والكون كتصور الإغريق لهما أو تصور من سار على درب الإغريق في دراساته ومناهج بحثه. ثم إن التفاتة إلى الجانب الثاني المتمثل في أثر التطورات العلمية على حياة الناس عموما-نرى أن الكتابات التي زخر بها القرن السابع عشر والثامن عشر تظهر لنا على نحو جلي قيام تغيير هام في اتجاهات الناس وظهور نزعات فكرية مبتكرة لم يكن للعلم وتاريخه سابق عهد بها. فما قولك مثلا في كتابات فرانسيس بيكون ورنيه ديكارت وفولتير.. F. Bacon, R Descartes, Voltaire. لقد كانوا جميعا مأخوذين بنتاج العلم الجديد ومناهجه وعمدوا إلى التعبير عن روح العصر الذي كانوا يعيشونه من خلال كتاباتهم. وقل مثل ذلك في جماعة أخرى من

الكتاب والشعراء والمفكرين أمثال جون ملتون. J. Milton وجون دون. J.Donne. وجوناثان سويفت. J. Swift.

أما طلائع الثورة العلمية فقد كانت في الفترة بين 1450- 1705 ميلادية، واكثر ما يقع على عاتق المؤرخين في العلم هو تفسير ما حدث ومعرفة جملة الأسباب التي أدت إلى قيام هذه الظاهرة التاريخية الفريدة. ولعل من أكبر الصعوبات التي يواجهها مؤرخو العلم في سعيهم لمعالجة الثورة العلمية هي حقيقة أن أكثر الاكتشافات التي شهدها عصر هذه الثورة لم تقم على ملاحظات جديدة أو استخلاص معلومات خافية كان السابقون يجهلونها جهلا تاما ولا يعلمون من أمرها شيئا، بل كانت تعتمد اكثر ما تعتمد على اتجاه خاص في النظر إلى الأمور وزوايا جديدة نرصد بها الظواهر القديمة. بمعنى آخر نقول بان الثورة العلمية قد حملت إلينا من الاكتشافات والابتكارات العظيمة ما حملت لا بفضل معلومات جديدة ظلت تتواتر إلينا عن الظواهر الطبيعية وغيرها وكأنما نحن في هذه الحالة نضيف ملاحظات جديدة نستخلصها من العالم الخارجي إلى ملاحظات قديمة، بل إن الثورة العلمية هذه نشأت واتصلت حلقات مسيرتها بفضل نظرة خاصة واتجاه محدد في التفكير تجاه الأشياء دأب الفلاسفة والعلماء على التمسك به والإخلاص له، وهنا يأتي السؤال التالي: ما الذي حدا بهؤلاء المفكرين وعلماء عصر الثورة العلمية إلى الإنسلاخ عن الفروض القديمة التي كانت سائدة في عصور مضت ؟ ما الذي دعاهم إلى اتخاذ منطلقات جديدة للتفكير ومعالجة الأمور؟

ومحاولة الإجابة على السؤال الذي طرحناه هنا ليست أمرا سهلا إذ طالما تساءل الناس وطلاب العلم في عصرنا هذا عن الأسباب التي حالت بين رجال الماضي وبين رؤية الأمور كما نراها اليوم على الرغم من وضوحها وضوحا تاما. فالناس في عصرنا تتشبع أفكارهم بتيارات عصرنا والطلبة في زماننا يأخذون عن أساتذتهم أفكارا تشيع في زماننا هذا ولكم يسأل الناس أنفسهم عن الأسباب والظروف التي أحاطت بالمفكرين في الماضي مما جعلهم لا يكتشفون أبسط الظواهر التي نعرفها اليوم أقربها إلى حياتنا. والحق أنه إذا كنا نستقي من تيار فكرنا المعاصر أشتاتا من المعرفة وقدرا معلوما عن العلم وظواهره إلا أننا لا نجزم بخلود النظريات العلمية التي

تسود عصرنا هذا، كلا ولا يمكن أن نضمن عدم قيام نظريات علمية جديدة في المستقبل القريب أو البعيد لتحل محل نظريات عصرنا فيكون هناك فكر جديد يقوم على أكتاف فكر مضى وهو نفسه فكر هذا العصر الذي نعيش فيه. من من الطلبة في المرحلة الثانوية مثلا لا يعلم بأن الحجر يسقط من أعلى الجبل إلى سفحه بفعل الجاذبية، ومن منهم لا يعلم عن دورة الدم في الجسم وأن الأرض تدور حول نفسها وحول الشمس ولكن كم من الناس يعلم أن كل هذه الاكتشافات والنظريات العلمية قد تمت في الفترة، ما بين سنة 1450- سنة 1700.

وحيرة الفكر عندنا حول عدم اكتشاف المفكرين في الزمن الماضي لبعض الحقائق والظواهر التي تبدو لنا واضحة لا تعنى-بأي حال من الأحوال- أنهم لم يلحظوا تلك الظواهر أو أنهم لم يسعوا إلى دراستها أو تفسيرها، بل إن كل ذلك كان قائما وإن كان علمهم يختلف عن علمنا ونظرتهم إلى ظواهر الطبيعة وتفسيرها من جانبهم مختلفان عن نظرتنا إلى الظواهر نفسها وتفسيرنا لها. لقد كانت نظرتهم إلى الطبيعة متسقة مع تيار الفكر السائد في عصرهم وكانت تفسيراتهم لظواهرها مقنعة بالنسبة لهم. كان علم ذلك العصر، يعتمد أساسا على نظريات أرسطو في الطبيعة وأفكاره حولها وإن كان الدارسون والمفكرون قد عملوا طوال مئات السنين على تنقية نظرياته من بعض الشوائب وتهذيبها وإضافة أفكار متناثرة إليها. كانت النظرة الأرسطية إلى الطبيعة تفسر سقوط الحجر من أعلى إلى أسفل على أن له ميلا طبيعيا للاتجاه. نحو الأرض، وأن الأجسام المادية جميعها تميل إلى السقوط باتجاه الأرض لأن الأرض مركزها ولأن الأرض ثابتة ولأنها هي مركز الكون كله. ولقد كانت تلك الأفكار متسقة تماما مع نظرة أرسطو ومن حذا حذوه بان الحالة الطبيعية التي كان عليها الوجود هي الثبات وأن الحركة كانت أمرا لا مفر منه لكي تستقيم الأمور. ولما كانت النظرة العابرة للطبيعة والكواكب والنجوم في السماء تشهد بقيام الحركة في الكون فقد تصور الأرسطيون أنه لا بد من سبب يكمن خلف الحركة فظهروا علينا بنظرية المحرك الأول الذي لا يتحرك وهي النظرية التي قربها المسيحيون من فكرة «الله»، عندهم. أما الإختلاف في سرعة حركة الأجسام السماوية في الفضاء فقد كان مرجعه-بحسب التصور الأرسطي-

مقاومة «الوسط» Medium أو المجالات لحركات الأجسام التي تدور فيها. وتشكل جملة المجالات التي تدور الأجسام فيها غلافا فضائيا على شكل حلقات تكون الأرض وسطه تماما ويحيط بها تباعا كل من الماء ثم الهواء ثم النار وإن كان التداخل لا يزال مع ذلك قائما بين منطقة وأخرى. ولما كانت سرعة حركة الأجسام في الفضاء تعتمد على مقاومة المجال أو الوسط الذي تجري فيه فقد كان التصور قائما آنذاك على أن سرعة حركات الأجسام تزداد في مجالات خفيفة كالنار والهواء بينما تقل سرعاتها في مجالات ثقيلة كالماء. ولعله لا يغرب عن بالنا بأن أكمل الأشكال في تصور الأرسطيين هو شكل الدائرة وأن محيطات الأفلاك ومجالاتها التي تدور فيها يجب أن تكون دائرية. أما وقد مضت بعد ذلك فترات من الزمن توالت خلالها ملاحظات فلكية هامة فقد أثبتت الشواهد أنه نادرا ما تكون المدارات دائرية، فما كان من الأرسطيين بعد ذلك إلا أن طوروا تفاسير مختلفة ومبتكرة في كثير من جوانبها حول ظواهر الشذوذ في مدارات الأفلاك، غير أنهم رغم التفاسير التي خرجوا علينا بها ظلوا مقتنعين بأن الأرض ساكنة ورأوا أنه محال أن تدور بعض أجسام السماء حول بعضها الآخر أو أن تكون الأرض ذاتها متحركة على أي نحو كان. وهل كان باستطاعة الأرسطيين أن يقولوا بغير ذلك ؟ لو أنهم قالوا بأن الأرض تتحرك وإنها ليست ساكنة أو لو أنهم رأوا إمكان دوران بعض الأجسام حول كوكب المشتري Jupiter مثلا لتزعزع بذلك كل الأساس الذي شاد أرسطو عليه نظرياته في الكون وحركة الأجسام فيه. ومع ذلك فإنه من الإنصاف أن نذكر بان بعض الأرسطيين في العصور الوسطى لم يكونوا على اتفاق تام مع أر سطو ونظرياته في حركات الأجسام السماوية. فلقد كان أر سطو لا يؤمن بوجود فراغ vacuum في الطبيعة.[1] والأكثر من هذا أن بعض المفكرين الذين حذوا حذو أرسطو في نظرياته قد زعموا أن الفراغ في الطبيعة ممتنع لأن الله نفسه لا يستطيع أن يخلق فراغا. كان ذلك هو تصورهم وإن عارض جوهره تصور المسيحيين في العصور الوسطى لقدرة الله وإمكاناته المطلقة. أما كيف كانت الحركة ومتى كانت وما الذي دفع بها إلى الوجود فهذه أيضا أسئلة هامة حتمت عل الدارسين آنذاك أن يجدوا إجابات شافية لها. لقد تصور أرسطو أنه لا بد لكل الحركات من محرك، فإذا سألنا عن سبب

انطلاق السهم إلى أعلى بعد أن يرمى من القوس-الذي يعتبر في هذه الحالة سبب حركة السهم واتجاهه إلى أعلى-كان الجواب عند أر سطو مثلا هو إن الاضطراب الذي ينتاب الهواء بفعل الدفعة الأصلية original thrust للقوس قد أجبر الهواء المضغوط الذي دفع من مقدمة القوس على أن يندفع إلى خلف السهم لكي يمنع قيام فراغ في المكان، واندفاع الهواء على هذا النحو من مقدمة القوس إلى الخلف لمنع حدوث فراغ قد عمل في حد ذاته على إحداث هذه السرعة التي نلحظها في انطلاقة السهم. نعم إن الملاحظة العابرة تشهد بأن السهم يندفع من القوس وأن الإندفاع يكون بموجب سرعة معلومة ولكننا نعلم في الوقت ذاته إن التفسير العلمي لكل ذلك يختلف عما جاء به أرسطو كعهدنا في كثير من الاختلاف بين نظرياته ونظرياتنا في مجالات شتى. فإذا سأل سائل مثلا إنه ما دام هناك اتساق بين القوة والحركة بحسب النظرية الأرسطية فلماذا إذا لا تكون سرعة سقوط الجسم إلى أسفل مساوية لسرعة انطلاقه إلى أعلى ؟ لماذا تزداد سرعة سقوط السهم باتجاه الأرض عن سرعته وهو ينطلق إلى أعلى ؟ الرأي عند أرسطو جوابا على ذلك هو أن سرعة السهم تزداد في السقوط لأن في السهم ميلا طبيعيا يجعله يبتهج فرحا بعودته إلى الأرض موطنه الأصلي وموطن كل جسم مادي آخر. وكان جواب جماعة آخرين على ازدياد سرعة سقوط السهم نحو الأرض هو أن ارتفاع الفضاء واتساعه في الأفق قد ازداد كلما دنا الجسم (السهم) من الأرض وهذا يعني في نظرهم ازديادا في قوة الضغط إلى الأسفل وما يصاحب ذلك من تناقص مطرد في أغلفة الهواء من الأسفل.

ويجب ألا نفهم مما عرضنا له في الحديث أنه لم تكن هناك وجهات نظر مخالفة لرأي أر سطو في الطبيعة ونظام الكون، بل لقد دفعت النظريات والأفكار المتعارضة عند أرسطو ببعض المفكرين إلى إبداء وجهات نظر مختلفة وان كانت جميعها تدور في فلك نظام الفكر الأرسطي. نعم لقد كانت هناك وجهات نظر مختلفة ولكنها بدلا من أن تتحدى نظريات أر سطو وقواعد تفكيره لكي تأتي بقواعد أخرى جديدة رأينا وجهات النظر تلك-مما ساد في العصور الوسطى وما سبقها-تعمد تارة إلى تعديل نظرياته بعض الشيء، أو إلى زيادة الشرح عليها وتفسيرها، أو ربما دعمها بإثباتات

جديدة تارات أخرى. ومن هنا يمكن القول بأن المشكلة تكمن أساسا في إتيان أرسطو ومن جاء بعده وحذا حذوه بتفاسير شاملة متكاملة مبنية على الفهم السطحي والتفسير العادي البسيط لحركة الكون ونظام الأحداث فيه.

وما هي إلا فترة حتى ظهرت الحاجة إلى تفسير لمجريات الأمور ونظرة مختلفة تماما للطبيعة وأحداثها جميعا. ولم تكن التفاسير العلمية الحديثة لمجريات الطبيعة وأجسامها وليدة المصادفة المحضة أو الارتجال، بل ساعدت بضعة اختراعات آنذاك على إذكاء البحث العلمي وواجهت بعض الوقائع العلمية من جانب العلماء تحديا لأنظمة علمية قديمة عفا عليها الزمن فصار لزاما على العلماء أن يستبدلوا بها علما جديدا. وماذا عسى أن نقول غير ذلك في اختراع المنظار المقرب «التلسكوب» ورصدنا من خلاله لكوكبي المشتري Jupiter والزهرة Venus ؟ ولكن المرء لا بد سائل عن السبب الذي حدا بعلماء ذلك العصر ومفكريه أن يتحدوا نظريات أرسطو ومن تبعه من التابعين ؟ والحق أنه تصعب الإجابة عل هذا السؤال إجابة شافية، فقد تباينت آراء المؤرخين للعلم وفلاسفته حول هذا الأمر منذ زمن بعيد وحتى يومنا هذا. ولم يكن القصد من طرح السؤال هنا هو الإشارة إلى اختلاف المفكرين حول الإجابة عليه، بل كان طرح السؤال يستهدف بالأساس الإشارة إلى إلحاحه على فكر الدارسين إلحاحا عجيبا ولم يزل السؤال نفسه يحثهم كيما يأتوا بتعليل للثورة العلمية وتحدي رجالها للعلم الأرسطي ومؤيديه. وهل كان يمكن أن يخلق هذا السؤال تفاوتا كبيرا في وجهات النظر بين المفكرين ويصبح أكثر إلحاحا بمضي الزمن لولا انه على قدر كبير من العمق والأهمية ؟ وعلى أية حال يمكن القول-إذا ما سعى المرء إلى معالجة هذه المعضلة-بأن المؤرخين كانوا على علم أكيد بما كان يدور في ميادين العلم المختلفة من تغييرات جذرية، ولكن تفاسيرهم لهذه التغييرات كانت في بداية الأمر بسيطة بل ساذجة إلى حد بعيد. فقد ذكر وليام هيويل William Whewell-أحد المؤرخين الأولين-في كتابه الذي صدر في ثلاثة أجزاء عام 1837 والذي عالج فيه تاريخ العلوم الطبيعية والبيولوجية-، إن تقدم العلم واطراد مسيرته يعتمد في الأساس على قدرة رجال الفكر وعباقرة العلم على الإتيان بتصورات جديدة وخلق أفكار واضحة ليعملوا

بعد ذلك على تطبيقها في شتى مناحي الحياة العلمية. وكان هيويل يرى انه لما كانت مسيرة العلم تجسد حلقات أو أزمنة يحيا فيها العلم وينتعش من بعد جمود، فإن العلم يزدهر بطبيعة الحال خلال فترات أطلق عليها اسم «الفترات الاستقرائية» Inductive Periods أما «فترات الجمود» Stagnation Periods فإنها هي التي تفصل بين فترتين استقرائيتين على امتداد الزمن.

لذا صارت ظاهرة ازدهار العلم وجموده أشبه ما تكون بعملية مد وجزر ترى العلم فيهما يرتفع شأنه حينا ثم ما يلبث أن يتراجع وتخبو جذوته حينا آخر وهكذا. ولم يتوان هيويل عن طرح أمثلة لتصوراته، فراح يذكر أن أول فترة استقرائية هامة قد حدثت في عهد اليونان القدامى، أعقبتها بعد ذلك فترة جمود تعرف بالعصور الوسطى. وعلى الرغم مما يبديه التصور العادي من تأييد لوجهة نظر هذا الرجل إلا أن المشكلة تظل قائمة دونما حل أكيد. إذ لم يذكر هيويل-على نحو مقنع تماما-لماذا يزدهر العلم في هذه الفترة أو ينحسر أثره في تلك ؟

ولعل التفسير الذي اقدم عليه هيويل بشأن تقدم العلم وانحسار أثره لم يكن فريدا في نوعه، بل لقد سار على نهجه مفكرون لاحقون عليه أتوا بتفاسير مماثلة أو قريبة منه إلى حد بعيد. فها هو ذا الباحث الأمريكي والمؤرخ الشهير الذي عاش في القرن التاسع عشر أيضا أندرو ديكسن وايت Andrew D. White ينهج نهجا مماثلا لسلفه هيويل حين ذكر أن القوى الرجعية والدين يعملان مجتمعين على تجميد مسيرة العلم ويوقفان تطوره. وغني عن البيان أن فكرة كهذه أيضا قد فعلت فعلها في أذهان العامة والمثقفين وبعض العلماء على حد سواء حتى إن كثيرا من الباحثين صاروا يفسرون تقدم العلم الحديث وازدهاره بوحي من تلك المقولة التي ظهر بها وايت عليهم، إذ رأوا انه بقدر ما تحرر العلم الحديث من القوى الرجعية والتشبث بالدين بقدر ما كان حظه من التقدم والازدهار. وهكذا ذهب وايت في كتابه حول تاريخ الصراع بين العلم واللاهوت Ahistoiry Of The Warfare of science with theo-10gy إلى أنه لم يكن هناك حائل يحول دون الوصول إلى كثير من النظريات العلمية الحديثة لولا أن الناس والمفكرين ظلوا يتشبثون بما ألفوا من السابقين أو ظلوا أسري الدين وتعاليمه، فهل كان هناك ما يحول دون معرفة الناس والمفكرين قبل الثورة العلمية للنظام

الفلكي الذي يتخذ من الشمس مركزا heliocentric، ولنظرية الدورة الدموية في الجسم أو غير ذلك من نظريات كشفت الثورة العلمية عنها آنذاك ؟. تلك جميعا كانت نظريات يمكن الكشف عنها بسهولة لولا أن الناس كانوا مكبلين بأفكار عفا عليها الزمن حول الطبيعة والإنسان معا. ولقد كان هذا التفسير الذي جاء به «وايت» مستساغا لدى كثير من الناس عندما كان الجدل قائما على أشده حول «نظرية التطور» الدار ونية. الأمر الذي جعل الكنيسة الرومانية والكاثوليكية تتخذان موقف المدافع بدلا من الإقدام والهجوم إزاء التأييد المطرد لنظرية التطور البيولوجي. وما أن ظهر وايت بفكرته السالفة حول الصراع بين العلم والدين حتى ظهرت وما زالت تظهر على الناس مؤلفات وكتابات تعكس وجهة نظر مختلفة مفادها أن لا تعارض بين العلم والدين وان ليس هناك ما يدعو إلى افتراض قيام نزاع بينهما. وعلى أية حال فان مسيرة العلم ومعالم تطوره تشهدان بان التفسير الذي أتى به وايت كان اقرب إلى الخطأ منه إلى الصواب وأنه قد زاد الأمر تعقيدا بدلا من تخفيف حدة النقاش حول طبيعة الصراع بين العلم والدين. فعلى سبيل المثال يمكن الرد على التفسير السابق بأن الأولين عملوا على دفع عجلة العلم الحديث وأن أغلب علماء ذلك العصر-إن لم يكن كلهم-قد كانوا رجالا مخلصين تماما لأديانهم وعقائدهم. بل لعل مجرى الأحداث في مسيرة العلم واطرادها يشهد أن عكس ما زعم به وايت كان صحيحا، فلقد لعب الدين دورا هاما في معارضة التعصب والجمود في مراكز التعليم والمؤسسات الأكاديمية، وكان يأنف من الذين يظهرون عداء للتغيير. فلقد افصح مؤرخ العلم الشهير جورجيو دي سانتيلانا .Giorgio de Santillana عن قصة معارضة الكنيسة لجاليلو والظروف التي أحاطت برفضهم لأفكاره حين ذكر بأنه على الرغم من معارضة بعض أصحاب النفوذ في الكنيسة لنظرية مركزية الشمس heliocentric فإن النزاع بين العلم والدين لم يكن بالضرورة أمرا محتما، ولو أن الظروف كانت مختلفة بعض الشيء لما كان من المستبعد أن تقبل الكنيسة آراء جاليلو ونظرياته. ويحسن أن نشير هنا إلى أن الجانب الآخر للفكرة التي طرحها وايت هي أنه متى ما تم القضاء على التعصب الأعمى للدين والتمسك بالخرافات فإن مسيرة العلم لا محالة سائرة في طريقها الصحيح. ولكن يجب أن نحذر من التسليم بصحة هذا

الرأي أيضا، إذ إن نظرة فاحصة لتاريخ العلم تشير إلى وجود جملة من النظريات العلمية التي تسود في عصر من العصور على الرغم من مناقضة علمنا المعاصر لها أو تحفظه تجاهها. وما كانت هذه الظاهرة لتجعل من علمنا المعاصر علما صادقا كلا ولا كانت لتقلل من أهمية النظريات العلمية التي سادت في عصر من العصور الماضية. ما نريد أن نقول: هو أنه من السذاجة أن نصف جملة من النظريات التي سادت في عصور مضت بأنها نظريات لا علمية أو أن نوازي بينها وبين الخرافات لمجرد أنها لا تتفق مع مبادئ العلم التي تسود عصرنا ولا تتناسب مع نظرياته التي نأخذ بها اليوم على كل صعيد. إننا اليوم نأخذ ببعض النظريات العلمية المعاصرة لأنها أقصى ما وصلت إليه معرفتنا العلمية، ولو كان باستطاعتنا معرفة المزيد لما توانينا عن فعل ذلك لحظة واحدة، ناهيك بعد هذا عن أننا قد شكلنا حياتنا بموجب معرفتنا العلمية المعاصرة. وهل كان الأولون يفعلون غير ما نفعله اليوم ؟ لقد كانت معرفتهم العلمية هي أقصى ما تفتقت عنه أذهانهم وحوته رقعة معرفتهم. كان علمهم علما صحيحا بالنسبة لهم، وكانت حياتهم تناسب حصيلتهم من العلم والمعرفة التي سادت عصرهم وما كانوا ليترددوا لحظة واحدة عن التخلي عن نظرياتهم العلمية لو أنهم عرفوا نظريات جديدة تختلف عن التي كانوا يؤمنون بها أو تناقضها. خلاصة الفكرة إذن هي أن ما كان يناسب الأولين إنما كان يناسبهم لأن ذلك كان أقصى ما وصلت إليه معرفتهم العلمية، وما يناسبنا نحن اليوم يناسبنا لأن النظريات العلمية التي تسود عصرنا هي أقصى ما وصلت إليه معرفتنا المعاصرة، وعلى ذلك فانه ليس هناك ما يدعو إلى التعصب لعلمنا المعاصر فنصف نظريات الأولين بأنها لا علمية أو أن عصرهم كان عصر جهل وتخلف وخرافات. كل هذه أمور هامة يجب اتخاذ الحيطة والحذر عند الحديث عنها. والحق أنه لم يكن ليتسنى للمرء معرفة كل هذه الأمور لولا أن عمد جماعة من المفكرين والمؤرخين إلى معالجة الثورة العلمية ومحاولة الغوص عميقا لأجل تحليل كافة الجوانب التي أحاطت بها. نعم لقد راح المؤرخون ينحون منحى جديدا إزاء تعرضهم لدراسة الثورة العلمية فكان إن انفتحت أمامهم أبواب جديدة وصاروا من بعد ذلك يلمون بمعلومات جديدة وأمور ما كانوا على علم بها من قبل. راح المؤرخون في منهجهم الجديد ينظرون

إلى العصور التي سلفت كما لو كانوا يعيشونها بالفعل وتخلوا عن منهج النظر إلى أحداث الماضي بمنظار العصر الحديث أو المعاصر فلا يسع المؤرخ أن يقيم تقييما صحيحا حدثا علميا في سالف الزمان أو فكرة فلسفية إذا ما نظر إليها بمنظار العصر الحديث الذي يعيش فيه لأنه في ذلك إنما يسلخ نفسه عن مجريات العصر الذي يعالج فكرته أو فلسفته. وفرق كبير بين مؤرخ يصف أحداث الماضي وبين آخر يعيش الأحداث نفسها بزخمها وحيويتها. ولا نعني هنا-بطبيعة الحال-إننا نود أن نعيد دورة الزمان إلى سالف عهدها لنقع على طبيعة الأحداث التي حدثت وانقضى عهدها، لأن في ذلك استحالة عملية ولأن الزمن لا يعيد نفسه كاستحالة أن يعيش إنسان القرن العشرين عيشة القرون الوسطى بكل دقائقها وزخم الأحداث فيها. هنا تظهر مهارة المؤرخ وموضوعيته، إذ إنه على الرغم من أنه يعيش حياة وظروفا تختلف عن حياة الأزمنة التي سلفت وظروفها إلا انه يستقصي-بكل ما أوتي من علم ومعرفة-معالم العصر الذي يعالج أحداثه ويسعى كل جهده إلى أن يتصور نفسه كما لو كان يعيش بين أفراد الزمان الذي سلف. فليست مهمة المؤرخ على هذا النحو مهمة وصفية يعمل بموجبها على سرد الأحداث من غير أن يعرف الظروف التي أحاطت بها، كلا وليست مهمته أن ينظر إلى أحداث الماضي من منظار عصره الذي يعيش فيه فيطلق أحكاما تقييمية ساذجة لأفكار الرجال الأولين ونظرياتهم. المؤرخ الرصين-على العكس من هذا-هو الذي يرجع نفسه إلى حياة الأولين ويحاول أن يضع حياته وتصوره في غمرة حياتهم وتصوراتهم، وهو ما إن يفعل ذلك كله حتى يرى نفسه أمام ظروف عملت متضافرة على إظهار نظرية علمية في ذلك العصر أو يرى أن هنالك أسبابا عملية وموضوعية حتمت على الناس أن يأخذوا بفكرة فلسفية شاعت بينهم وهكذا. من هنا تظهر سذاجة المؤرخين وانعدام الموضوعية في دراساتهم حين ينظرون إلى الماضي بمنظار عصرهم الحاضر وإطلاقهم أحكاما تقييمية يصفون بها أفكار ذلك العصر بأنها خرافات ويسمون رجال الماضي بأنهم جهلة لا يعرفون. دونك مثلا على ذلك يكمن في نظرية فلكية قديمة، فماذا كانت الفكرة السائدة حول نظام المجموعة الشمسية عندما جاء كوبرنيكوس وطرح لأول مرة نظريته التي تقول بان كونا مركزه الشمس heliocentric universe هو مجرد احتمال فحسب،

ومن أين جاء كوبرنيكوس بنظرية كهذه، وهل أجابت نظرية الكون الذي مركزه الشمس عن تساؤلات بعض علماء ذلك العصر وحيرتهم، ولماذا رفض جاليليو تصور أرسطو للكون ونظامه ؟ ويمكن للمرء أن يطرح تساؤلات كثيرة شبيهة بهذه في مجالات عديدة، إذ يمكن أن يسال سائل عن العوامل التي أدت إلى إدخال فيساليوسVesalius تصورات جديدة إلى علم التشريح وما الذي دعا هارفي إلى تصور الدورة الدموية في الجسم ولماذا اكتسبت الرياضيات آنذاك دفعة جديدة وهكذا. كل هذه أمثلة وتصورات لا يمكن الإلمام بدقائقها وتفاصيلها إلا إذا عملنا كل ما في وسعنا على تصور أنفسنا نعيش زخم الأحداث التي مضت.

ذهب المؤرخون في محاولاتهم للإجابة على التساؤلات التي طرحناها هنا إلى البحث عن العوامل الداخلية والخارجية التي أظهرت أو ساعدت على إظهار تلك النظريات في الماضي، إذ راح المؤرخون في دراساتهم للعوامل الخارجية يعالجون الأوضاع الاجتماعية والفكرية والاقتصادية التي سادت آنذاك مما قد يكون له أثر كبير على اتجاه العلماء في تلك الفترة اتجاها محددا وظهورهم على الناس بنظريات معينة. أما المؤرخون الذين نظروا بإمعان في الظروف أو «العوامل الداخلية» التي عملت على إبراز نظريات عصر الثورة العلمية فإنهم عل الرغم من إقرارهم بأهمية العوامل الخارجية واعترافهم بان العالم أو المفكر الجيد يبرز في ظل جو فكري واجتماعي محدد إلا أن اتجاه هذا العالم أو ذاك المفكر اتجاها محددا في اكتشافاته أو نمط تفكيره لا يتوقف تماما على العوامل الخارجية أو البيئة الثقافية التي يحيا في وسطها، بل إن هناك عوامل أخرى تتصل اتصالا وثيقا بطبيعة العلم نفسه وتطوره على مر الزمن. ويبدو أن بدايات القرن العشرين قد شهدت مناصرة وتعاطفا مع النظرة التي كانت ترى في العوامل الخارجية سببا في تطور العلم ولكن وجهة النظر الأخرى حول تطور العلم-وهي وجهة النظر الداخلية التي ترى بان مسيرة العلم وتطوره ترجعان إلى العوامل الخارجية من ناحية وإلى طبيعة العلم نفسه من ناحية أخرى-أقول: إن هذه النظرة صار لها مؤيدون في السنوات القليلة الماضية وصارت تقف جنبا إلى جنب مع النظرة الأولى-أي نظرية العوامل الخارجية.

كان عصر الثورة العلمية عصر انقلابات فكرية وتحديات للنظريات

والأفكار التي كانت سائدة من قبل فعلى الصعيد السياسي مثلا نرى أن ذلك العصر شهد ظهور الدويلات والملكيات الصغيرة، وعلى الصعيد الاقتصادي رأينا كيف كان هناك توسع وانتشار سريع للمدن الكبرى والمناطق الحضرية urban مما أدى إلى البحث عن أسواق جديدة وتوسيع في العلاقات التجارية، الأمر الذي ظهر أثره واضحا على حركة الكشوف الجغرافية آنذاك. أما على الصعيد الديني فإن أوروبا شهدت آنذاك ثورة تمثلت في قيام «البروتستانتية» وما تبعها من حروب دينية بعد ذلك. وعلى الصعيد التكنولوجي رأينا ذلك العصر يزخر بابتكارات في مجال التعدين، وصناعة السفن وصناعة الزجاج وأدوات القرطاسية والورق والطباعة، ثم اختراع البارود وغير ذلك من مظاهر الحياة التي نقلت أوروبا من عصر إلى عصر وبدلتها من حال إلى حال. وهنا يأتي السؤال عما إذا كانت الثورة العلمية تتعلق بهذه التطورات والاختراعات أساسا، أم أن الثورة العلمية تشكل في حد ذاتها ظاهرة منفصلة عن كل هذه الابتكارات التي تمت آنذاك ولم يكن للناس سابق عهد بها ؟ ثم ماذا عساها أن تكون الخبرات التي خبرها المفكرون والعلماء آنذاك مما جعلهم ينحون منحى جديدا وينظرون إلى الأمور نظرة مخالفة أدت بالتالي إلى ظهور الثورة العلمية ؟ حول هذه التساؤلات نجد تفاسير عديدة بعدد المؤرخين الذين تناولوا تلك الظاهرة بالدراسة والتحليل.

لما كانت البدايات الأولى للثورة العلمية قد ظهرت في القرن الخامس عشر فان بعض المؤرخين راحوا يوازون بين ما يعرف «بعصر النهضة» Renaissance» وبين الثورة العلمية ذاتها وكأنما هذان تعبيران يطلقان على موضوع واحد. فلقد ذهب جاكوب بوركهارت Jacob Burckhardt في كتابه حول حضارة عصر النهضة في إيطاليا The civilization of the Renaissance in Italy إلى إن القرن الخامس عشر كان بداية عهد لمخترعات جديدة. غير أن الذي نلاحظه في كتابه ذاك أنه طرح جانبا كل تطور أصاب العلم ومسيرته ؛ ولكن ظهرت بعد ذلك كتابات تؤكد على أن الثورة العلمية إنما هي حصيلة اتجاهات جديدة في التفكير طرأت في عصر النهضة. لقد عمل المفكرون في ذلك العصر على نشر مخطوطات الأقدمين وتراثهم وشجعوا عل دراسة أفكار الرجال السابقين ممن لم يسمع العالم بهم من قبل، ولما كانت أفكار

هؤلاء المفكرين المهملين في السابق تعارض أفكار أرسطو أو بعضا منها فإنه كان في نشر أفكار هؤلاء المعارضين الذين أهملت أفكارهم وأعمالهم تشجيع لبعض مفكري عصر النهضة الذين يخالفون أفكار أرسطو ويعملون على تنفيذ نظرياته ومبادئه. أما أفكار أفلاطون التي كانت شهيرة إبان العصور الوسطى فإن مفكري عصر النهضة قد أكدوا على أهميتها وعملوا على زيادة نشرها والترويج لها. هنا نعاود السؤال من جديد: هل كان لتلك الاتجاهات الجديدة ولكل تلك النشاطات الفكرية أثر على تقدم العلم ؟ يجيب على هذا السؤال ادون بيرت Edwin Burtt بالإيجاب إذ يقول بان سر تقدم العلم يكمن في الرياضيات وتقدمها في ذلك العصر، ولما كانت أصول الرياضيات ترجع إلى أفلاطون أكثر منها إلى أرسطو فان عصر النهضة شهد تقدما مطردا في العلم الرياضي ومن ثم في العلوم جميعا بفضل تأكيد رجال عصر النهضة على أهمية أفكار أفلاطون وأصالتها. كان أفلاطون بالنسبة لفلاسفة العصور الوسطى فيلسوفا واقعيا بمعنى خاص جدا إذ ذهب إلى أن عالم المثل عالم حقيقي وأنه كان له وجود في السابق منفصل عن الأشياء المادية ومستقل عنها، ففكرة القلم مثلا كان لها وجود مستقل عن القلم نفسه. ولقد زاد أفلاطون على ذلك بقوله بأن جوهر الوجود وأصله هو العدد، وعلى ذلك فإن معرفتنا بالرياضيات هي التي تمدنا بمعرفة حقيقة الوجود العيني. لهذا كله رأى بيرت أن التأكيد على أهمية فكر أفلاطون إبان عصر النهضة في مقابل الاكتساح العظيم لفكر أرسطو إبان العصور الوسطى هو عامل حاسم في تطور العلم خلال عصر النهضة.

أما هانز بارون Hans Baron فإنه حاول أن يرجع عصر النهضة في إيطاليا إلى أسباب سياسية اكثر منها إلى أي شيء آخر. راح بارون يبحث عن العوامل السياسية والاتجاهات الجديدة في الفكر السياسي إبان ذلك العصر مما حدا بالناس إلى النظر إلى الأحداث والوقائع من حولهم نظرة مختلفة أدت في نهاية الأمر إلى إذكاء روح البحث العلمي ودفع مسيرته. لقد رأى بارون أن الاتجاهات الاجتماعية والخلقية الجديدة التي تفاعلت وتطورت ثم نضجت في فرنسا سنة 1400 كان لها أثر حاسم في ظهور العلم الحديث. فإذا أتينا بعد ذلك إلى رأي بول أوسكار ريسلر Paul O. Kristeller

وجدناه يقول بأن التغييرات الحضارية المختلفة التي حدثت إبان عصر النهضة كان لها أثر هام على تطور العلم باعتبار إن تلك التغييرات قد أجبرت الناس والمفكرين آنذاك على النظر إلى الفروض والنظريات العلمية السابقة على عصرهم نظرة جديدة.

أما أرنست كاسيرر Ernest Cassirer فقد ذهب إلى أن واحدا من التفاسير التي تطرح حول ظاهرة العلم الحديث وتطوره في عصر النهضة هو الإيمان بقوة الإنسان الخلاقة واستقلالها وهو يرجع هذا الإيمان في جانب منه إلى قيام مناهج جديدة للملاحظة والاستقصاء إبان ذلك العصر. إن تلك الاتجاهات الفكرية الجديدة كانت مظهرا من مظاهر النزعة الإنسانية Humanism التي امتد أثرها في عصر الثورة العلمية، ولكن هل كانت تلك النزعة في حد ذاتها قادرة على أن تخلق تلك الاتجاهات الفكرية الجديدة خلقا وتقيمها على أسس راسخة وطيدة ؟.

اتخذ هاركورت براون Hercourt Brown موقفا يعارض فيه كل ادعاء يقول بان عصر النهضة عمل على قيام العلم الحديث ودفع بمسيرته إلى الأمام. فقد شرع إلى إظهار زيف ذلك الادعاء وتهافته وراح يقول بأن ليس من الضروري أن تكون مسيرة العلم وتطوره في ذلك العهد مرتبطة ارتباطا عضويا مع الروح الجديدة التي سادت عصر النهضة. غير أن وجهة نظر براون هذه وجدت معارضة من الكاتبة جوان جادول Joan Gadol.

نستطرد الآن فنقول بأن من الدارسين الذين حذوا حذو بوركهارت Burckhardt في تفسيرهم لتقدم العلم وثورته إبان عصر النهضة من أكد على أن عوامل التغيير والتحول التي طرأت على تيارات الفكر إبان ذاك العهد هي التي دفعت بمسيرة العلم إلى الأمام. وهناك جماعة أخرى من المؤرخين الذين نحوا منحى اجتماعيا في معالجتهم المشكلة ذاتها إذ راحوا يؤكدون على أهمية العوامل الاجتماعية والاقتصادية التي كانت سائدة آنذاك. ومن أبرز المفكرين الذين اتخذوا من هذه النظرة منطلقا في دراساتهم وتحليلاتهم كارل ماركس Karl Marx وفريدريك انجلز F. Engles اللذان ذهبا إلى أن الحاجات والضرورات التقنية للمجتمع هي أكثر أهمية لتقدم العلم وصيرورته من الجامعات نفسها. كذلك رأى هذان المفكران بأن العلم يرتكز في نهاية الأمر على أسس اقتصادية تتحكم في مسيرته. وما إن جاء علماء

الاجتماع الألمان أمثال ماكس فيبر M. Weberوجورج زيمل G.Simmel في النصف الأخير من القرن التاسع عشر والعقد الأول من القرن العشرين حتى راحا يعملان على تطوير أفكار سلفيهما ماركس وانجلز وذلك من خلال تركيزهما-أي فيبر وزيمل-على العلاقة الوطيدة القائمة بين العوامل الاجتماعية والاقتصادية من ناحية والنواحي الفكرية التي تشيع في المجتمع من ناحية أخرى.

أما ادجار زلزل Edgar Zilsel فانه قد نحا نحوا ماركسيا في تفسيره لقيام العلم الحديث إذ ذهب في سلسلة مقالاته إلى الربط. بين جملة التطورات التي طرأت على الاقتصاد وبين ظهور العلم الحديث وتطوره، بينما ذهب وولتر اونج W.G.Ong المفكر والباحث اليسوعي-إلى أن اختراع الطباعة وما أدى إليه ذلك من انتشار واسع لكتب والمؤلفات على اختلاف مذاهب مؤلفيها ومشاربهم قد أجبر الناس والمفكرين على انتهاج منهج جديد في تفكيرهم ووجه أنظارهم إلى أمور كثيرة كانت خافية عليهم آنذاك، الأمر الذي أدى بالتالي إلى الثورة العلمية. كذلك ظهر علينا كروثر J. G. Crowther بفكرة جديدة مفادها أن الثورة العلمية ترجع بالأساس إلى العلاقة الوطيدة بين الفكر البورجوازي وبين العلم. أما لين وايت «الصغير». L White, Jr- الذي كتب بإسهاب حول تطور التكنولوجيا في العصر الوسيط- فقد ذهب إلى أن هناك علاقة وطيدة بين التكنولوجيا والعلم سلبا وإيجابا.

هنا يتبادر إلى أذهاننا سؤال جديد عما إذا كان التقنيون والحرفيون- ومنهم عباقرة كبار أمثال ليوناردو دافينشي، Lepnardo da Vinci-قد كان لهم أثر كبير على تقدم العلم ؟ حول هذا السؤال يجيب جون هيرمن راندل John Herman Randall إنه ليس لهؤلاء التقنيين أثر يذكر في تقدم العلم وابتكاراته. والواقع إن إنكار راندل قدرة ليوناردو دافينشي مثلا على التأثير في مسار العلم وتاريخه راجع إلى أن راندل يفهم العلم ويحدد طبيعته على نحو مخالف لفهم زلزل أو غيره من المفكرين. ولعله لا يغرب عن بالنا أن هناك تعريفات كثيرة للعلم متعددة وأن هذا التعدد راجع بالأساس إلى وجهات النظر التي ينظر العلماء والمفكرون من خلالها إلى موضوع العلم وطبيعته. فمن المفكرين من رأى أنه ما من موضوع يتصل بالكيمياء أو علم الفلك إلا وكان علما، بينما يرى آخرون أن العلم يتحدد من خلال منهجه الذي يرتكز

على دعائم أساسية كفرض الفروض مثلا hypotheses وملاحظة الظواهر وإجراء التجارب ما أمكن إلى ذلك سبيلا، ثم مرحلة قبول الفرض وصياغته في نظرية أو ربما رفضه. على أننا يجب ألا نتصور بان تعريف العلم من خلال منهجه على هذا النحو هو أمر مطلق الصواب، بل لعله يكون أقرب إلى التصور المجرد منه إلى وصف الخطوات الرئيسية في منهج العلم نفسه، ما كان منها في الماضي أو ما هو عليه الحال في الحاضر. كانت أفكار المؤرخين الذين عرضنا لهم تستوحي نظرة خاصة إلى العلم والثورة العلمية وسبيلنا الآن إلى عرض وجهة نظر أخرى مخالفة لها بعض الشيء. فلقد مر بنا أن بعض المؤرخين يميل إلى النظر إلى التطورات التي تطرأ على مسار العلم من «داخل» العلم نفسه لا من «خارجه» بمعنى آخر نقول مثلا أنه لما كان العلم في العصر الوسيط يرجع في أصوله الأولى إلى أرسطو وفرضياته، فإن كثيرا من المؤرخين يرون بأن تقدم العلم يتمثل في ظهور تيار فكري معارض لأفكاره وبروز نظريات جديدة مخالفة لنظرياته وفروضه. وتجدر الإشارة هنا إلى أن هذه النظرة إلى العلم نظرة حديثة جدا وهي النظرة السائدة اليوم بين مؤرخي العلم. ومن هنا ظهرت الحاجة الماسة إلى البحث في تراث العصور الوسطى وما كان عليه حال العلم آنذاك إذا ما تعلق الأمر بالثورة العلمية وظروف نشأتها. أما أبرز المفكرين الأوائل الذين بحثوا في علوم العصر الوسيط فقد كان الكاثوليكي الفرنسي بيير دويم Pierre Duhem الذي شرع في الكتابة مع بدايات القرن العشرين، وينسب إلى هذا الرجل أنه هو مؤسس المدرسة التي تهتم بدراسة العلم في العصر الوسيط وأثره على نشأة العلم الحديث والثورة العلمية.

فنلاحظ أن أصحاب هذه المدرسة لا يذهبون إلى البحث عن العلاقة التي تشد أفكار جاليليو مثلا إلى أفكار العلماء المحدثين، بل راحوا بدلا من ذلك يبحثون عن العلاقة بين أفكاره وأفكار أساتذته ومعاصريه والسابقين عليه مباشرة، وكان هدفهم من ذلك ونهجهم هذا المنهج في دراساتهم هو إظهار الاتساق في تيار الفكر السائد آنذاك حول الطبيعة بأسرها. ولعلنا نذكر أن اهتمام دويم بالعلم في العصر الوسيط كان نابعا من اهتمامه بفكر «ليوناردو دافينشي» ثم ما كان منه إلا أن خطا خطوة أخرى حين راح يسأل عن المصدر الذي استقى ليوناردو منه أفكاره، فكان أن وجد أصول فكره

مستمدة من بناء الفكر في العصر الوسيط. بيد أن الأبحاث التي ظهرت مؤخرا قد أبرزت كثيرا من التناقض في أفكار دويم نفسه وكشفت عن كثير من مواطن الخطأ وسؤ الفهم في آرائه، فضلا عن نغمة التعصب للكاثوليكية والتراث الفرنسي التي صبغت فكره. إلا أنه على الرغم من كل هذه المثالب والمآخذ فإن أعماله شقت طريقا هاما في تاريخ العلم ودراساته وصار المفكرون عموما يقرون من بعده أهمية دراسة العلم في العصر الوسيط وذلك من أجل أن تكون معرفتهم بنشأة العلم الحديث وتطوره معرفة أفضل وأدق.

ولكي يكمل حديثنا عن المفكرين الذين أسهموا بدراسات حول الثورة العلمية نرى من الواجب ذكر جماعة من المحدثين الذين ساروا على نهج دويم في دراساتهم لتراث العصور الوسطى وحال العلم آنذاك تصوروا منهم بأن جذور تلك الثورة ترجع إلى جامعة اكسفورد في القرن الثاني عشر. ولعل كرومبي A.C. Crombie هو خير من يمثل هذه الجماعة من المفكرين المحدثين أما أرنست مودي Ernest Mody فإنه على الرغم من اعترافه بإسهامات المفكرين في العصر الوسيط وأهمية آرائهم، إلا أنه يلزم جانب الحذر ويظهر تحفظا حول فكرة الإسهام المباشر لمفكري ذلك العصر في الثورة العلمية وتطور العلم الحديث. فهو يرى أنه على الرغم من أن مفكري القرن السادس عشر لم يكونوا في تصوراتهم العامة مختلفين تماما عن أسلافهم في العصر الوسيط إلا أنهم-أي مفكرو القرن السادس عشر- انكبوا على بحث تلك التصورات وجرءوا على اختبار صحة جزئياتها وتطاول بعضهم على تحديها واستبدال غيرها بها.

هكذا نرى أنفسنا من جديد أمام السؤال الهام الذي طرحناه سابقا حول كيفية نشأة الثورة العلمية وما هي العوامل التي عملت على إظهارها وغير ذلك من أسئلة كان العلماء ومؤرخو العلم وما زالوا على خلاف حولها. ومن الطبيعي أن يجرنا البحث في مسالة الثورة العلمية والظروف التي أحاطت بها إلى البحث في مشاكل فرعية. إذ لعل سائلا يسأل عن السبب الذي لم يجرؤ بموجبه علماء اقرن الثالث عشر والرابع عشر على تحدي نظريات أرسطو الخاطئة وسوء الفهم في النظريات التي كانت سائدة حول الطبيعة. ربما يجيب أحد على ذلك بان النظام الأرسطي كان نظاما متكاملا

إلى حد بعيد وكانت نظرياته في الطبيعة متسقة ومتماسكة تماما، الأمر الذي لم يحفز المفكرين في العصر الوسيط على تحدي نظرياته ولم يجشموا أنفسهم عناء البحث والتمحيص في دقائقها. ولكن هذه الإجابة ترجعنا من جديد إلى سؤالنا الهام حول ظاهرة «الثورة العلمية»، كيف قامت ولماذا وما هي الظروف التي أحاطت بها وهكذا.. .. . وعلى أية حال فإنه حتى لو سلمنا بان هناك ظروفا خارجية أجبرت علماء الثورة العلمية ومفكريها على البحث في صلاحية النظريات السالفة على عصرهم والتدقيق في جزئياتها فإنه من الضروري أن نفترض وجود معطيات ومعلومات كافية لدى العلماء مكنتهم من ناحية من التشكك في النظريات السالفة على عصرهم وسهلت لهم من ناحية أخرى اختبار صدق تلك النظريات والتأكد من صحتها. وأيا ما كان الأمر بالنسبة للعلماء ومؤرخي العلم الذين ذهبوا مذاهب العلمية ومفكريها على البحث في صلاحية النظريات السالفة على عصرهم والتدقيق في جزئياتها فإنه من الضروري أن نفترض وجود شتى في تفاسيرهم للثورة العلمية فان كتاب توماس كون Thomas S. Kuhn قد بعث الأمل في لم شمل الأطراف المتنازعة حول هذه المشكلة باعتباره محاولة للجمع بين أنصار «النظرة الداخلية» إلى العلم و «النظرة الخارجية» إليه. فلقد رأى كون أن المعطيات ظلت تتواتر وتتراكم إلى حد كشفت فيه عن وجود تناقضات في البناء الداخلي للعلم، أي بين النظريات العلمية بعضها بعضا، الأمر الذي أدى في النهاية إلى بروز ظواهر لم يكن بناء العلم آنذاك قادرا على تفسيرها. وما إن أصبحت تلك الظواهر التي عجز العلم عن تفسيرها أشد إلحاحا على فكر العلماء والدارسين حتى أصبح الوضع يوجب تعديلا في بناء العلم السائد أو ربما التخلي عنه واستبدال علم جديد به.

كانت هذه مقدمة أردت أن أبرز من خلالها جملة ملاحظات أهمها:

1- إن العلماء ومؤرخي العلوم كانوا وما زالوا يولون اهتماما كبيرا للعلم والثورة العلمية التي حدثت في الفترة ما بين سنة 1450- 1700.

2- إن آراء المفكرين والمؤرخين قد اختلفت حول ظاهرة الثورة العلمية، فكما نلحظ شيئا من الاتفاق بينهم في نواح محددة كذلك نلحظ التباين أو ربما التعارض قائما بينهم في نواح أخرى.

ومهما يكن الأمر فانه إذا كانت بعض أشهر الجامعات الأوروبية والأمريكية قد خصصت أقساما مستقلة لدراسة تاريخ العلم فإن الأمل يحدوني كي أرى جامعاتنا العربية تولي أهمية خاصة لهذا الميدان من الدراسة والبحث على أمل أن نسهم فيه بجديد، ولا أظن أن ذلك بدعة أو ترفا أكاديميا بقدر ما فيه إثراء لحصيلتنا العلمية وخدمة لتراثنا العظيم على حد سواء. من منا لا يعلم عن إسهام العرب والمسلمين في ميدان العلم إبان العصر الوسيط ؟ ولكن كم منا يعلم عن طبيعة التغيرات أو الظروف التي أحاطت بالإنجازات العلمية التي حققها المسلمون آنذاك أو ربما المعوقات التي حالت دون ظهور نظريات علمية جديدة تختلف عن نظريات الإغريق القدامى؟ ونسجا على هذا المنوال نستطيع أن نسأل أسئلة كثيرة ونجيب في الآن نفسه عن استفسارات عديدة في تاريخ العلم وطبيعة الإنجازات العلمية عبر مساره الطويل.

بقي أن نعلم أن هذا الكتاب هو حصيلة دراسات وأبحاث سعيت إلى جمعها وتعريبها عندما كنت لا أزال طالبا في برنامج الدراسات العليا بجامعة هارفارد الأمريكية وقد حرصت على أن تكون فائدة الكتاب مزدوجة بحيث يستفيد منها المثقف العادي من جهة ويهتم بها الباحث المتخصص من جهة ثانية. فأرجو أن يسد هذا الجهد المتواضع فراغا ما نزال نعاني منه في ميدان تاريخ العلوم كما أتمنى أن يكون بمثابة حافز لكافة المهتمين كما يزيدوا من بذلهم وإسهاماتهم في هذا الحقل الهام من الدراسة والبحث.

ولا يسعني في الختام سوى الإشادة بجهود الأستاذ الدكتور فؤاد زكريا وتسجيل شكري له على تفضله بذكر ملاحظات عديدة خلال فصول الكتاب وإسدائه النصائح لي في أكثر من موضع ومناسبة كما لا يفوتني هنا أن أعبر عن خالص شكري وامتناني للاهتمام البالغ والدعم المعنوي الكبير الذي أبداه أساتذتي وزملائي أعضاء هيئة التدريس في قسم الفلسفة بجامعة الكويت إزاء هذا الكتاب.

الباب الأول
بين العلم و الدين

1 العلم والكنيسة المسيحية

ذهب كثير من باحثي القرن التاسع عشر الذين درسوا ظاهرة العلم إلى أنها ظاهرة طبيعية وحتمية وإن تذبذبت مسيرة العلم وأصابها الركود بين فترة وأخرى نظرا لما يعترض سبيلها من عوائق وتيارات معارضة. وكان «أند رو ديكسن وايت (1832-1918) من أشهر الذين أخذوا بهذا الرأي إذ كتب كتابا حول «تاريخ النزاع بين العلم واللاهوت» رأى فيه أن الدين كان واحدا من العوامل التي أضرت بالعلم ووقفت دون الإسراع في تطوير مسيرته. ولقد كانت لأفكار وايت شهرة عظيمة في مطلع هذا القرن وما زالت على الرغم من أن بعض الباحثين المحدثين يتحفظون كثيرا في تأييدهم لأفكاره، بل لعل بعضهم ذهب إلى تنفيذ بعض الحجج والآراء التي ذكرها في كتابه الذي أشرنا إليه.

دعونا-بادئ ذي بدء-نلقي نظرة على بعض ما قاله وايت في كتابه ثم نعكف بعد ذلك على ذكر أفكار أخرى حول العلم وتطوره لمؤرخين آخرين. رأى وايت أن الشائع في الفكر المسيحي المبكر هو أن الدمار لا بد آت على الأرض قريبا وأن أرضا وسماوات جديدة ستخلف الأرض التي نعيش عليها وأن علم الفلك-إذا ما قال بغير ذلك-باطل كغيره

من العلوم الأخرى التي أدانتها الكنيسة ولعنتها. وكانت النظرة إلى علم الفلك عموما أنه دراسة عقيمة ولا يرتجى منها نفع، إذ ما عسى أن تكون فائدة علم يدرس أمرا مآله الفساد وماذا عسى أن تكون جدوى دراسة نظام كوني ناقص سرعان ما يحل محله نظام أفضل منه وأنفع ؟ ولعل القديس أوغسطين (354-430) قد عبر عن هذا الرأي خير تعبير عندما رأى بأنه سواء كانت الأرض مركز السماء أو كانت في هذا الجانب من السماء أو ذاك فإن ذلك لا يضير ولا يجدي نفعا. وكانت نظرة رجال الدين إلى أجرام السماء ونجومها نظرة التقي الذي ما أن يفكر في أجسام الفلك حتى نراه يسبح بحمد الله ويشكره على حسن صنيعه، ناهيك بعد هذا عن اختلاف نظرة هؤلاء الرجال حول طبيعة الأجسام السماوية، فمنهم من قطع بأن تلك الأجسام إنما هي كائنات حية ولكل منها روح خاصة به، بينما قال آخرون بأنها موطن الملائكة وبيوت سكناها، وذهبت طائفة أخرى إلى أن النجوم كائنات روحية تسيرها الملائكة كيف تشاء، وأنها-أي النجوم-لا سلطان لها على مجرى الأحداث في الأرض وإنما حسبها أن تشير إليها وتدل على زمن حدوثها. وكانت تعاليم الدين عندهم تقول بأن السماء قبة صلبة تحيط بالأرض وأن الأجسام السماوية مصابيح معلقة في السماء.

هكذا إذن نرى أن تركيب الكون على هذا النحو كان مزيجا من بعض التعاليم الدينية التي عمد رجال الكنيسة على دمجها بنظريات بطليموس الفلكية، فكان النتاج عبارة عن جملة آراء حول الكون لم يسمح الآباء المسيحيون بمناقشتها أو التشكك في صحتها. غير أن هذه النظرة إلى الكون كانت لا تعدو جانبا واحدا فحسب، إذ كانت هناك-قبل شيوع نظرية مركزية الأرض-نظرية أخرى تقول بمركزية الشمس heliocentric. فلقد افترض فيثاغورس Phythgoras في القرن السادس قبل الميلاد وتلاه في ذلك فيلولاوس. Philolaus قيام حركة للأرض والكواكب حول كرة من النار مركزية، ثم ما إن مضت ثلاثة قرون على ذلك حتى أتى ارسطارخوس.Aristarchus (القرن الثالث قبل الميلاد) ليؤكد-على نحو دقيق-ما كان في السابق مجرد فرض. غير أننا سرعان ما نكتشف هنا بأن العداء التقليدي بين العلم والدين لم يكن مقصورا على المسيحية فحسب، ذلك أنه ما إن ظهر ارسطارخوس على الناس بآرائه تلك حتى وصمه الناس بالكفر

والجحود ورأوا في أفكاره تجديفا بحق الله وتطاولا عليه، ثم ما كان من تيار الفكر السائد في عصره إلا أن رسم ظلالا من الشك حول صحة آرائه فكان أن تاه الفكر الصحيح في جو من التعصب مدة ستة قرون. دار الزمان بعد ذلك دورته، فظهرت النظرية من جديد-على نحو واهن مردد-وذلك على يد مارتيانوس كبيلا Martianus Capella إبان القرن الخامس الميلادي غير أنها سرعان ما انطمست من جديد لمدة ألف عام لتظهر بصورة مشوشة في القرن الخامس عشر وذلك في كتابات الكاردينال نيكولاس ديكوساNicholas de Cusa(1401-1464). وهنا أيضا نرى أن أفكار ديكوسا لم تلق ما كان يجب أن تلقاه من ترحيب. كلا، ولا كانت أفكاره لتحظى بأهمية تذكر إزاء تيار فكري جارف كثرت فيه النظريات الدينية وطغت على معالمه تعاليم الكتاب المقدس.

غير أن مناخ الفكر قد شهد بعد ذلك بزوغ عهد جديد وتوالت على ميادين المعرفة إصلاحات طفيفة كان نصيب الرياضيات فيها وافرا. فتوالت دراسة الأجسام السماوية واستمر رصد حركاتها حتى كتب للبولندي كوبرنيكوسCopernicus Nicholas(1473-1543) أن يطلق نظريته الشهيرة التي تقول بدوران الأرض والكواكب حول الشمس لا العكس كما كان الرأي سائدا قبل ذلك. عمل كوبرنيكوس أستاذا في روما، وكان أن أعلن نظريته تلك حوالي سنة 1500 وإن لم يدعمها تماما بحجج أكيدة مما جعل نظريته تماثل نظرية ديكوسا أو تفضلها بقليل. وما أن مضت ثلاثون سنة بعد ذلك حتى خرج أحد تلاميذه وهو فيد مانشتات. Widmanstadt بتفسير لنظرية أستاذه وشرحها بالفعل د «كليمنت السابع» VII Clement (1478- 1534) و لكن التفسير ظل مع ذلك غير مقنع إلى حد بعيد. كان كوبرنيكوس كلما أمعن النظر في فرضيته التي أطلقها ازداد إيمانا بصحتها وشعر بأنها تقترب أكثر فأكثر لكي تصبح نظرية قائمة على أسس صلبة وإن كان المناخ الفكري الذي ظل سائدا آنذاك لا يسمح له بإعلان فرضيته كما لو كانت حقيقة ثابتة ونظرية صحيحة. فالناس تتمسك بالقديم ونظريات عصره تقتصر على ما ورثه الخلف عن السلف وكانت آراء الكنيسة وتعاليم الكتاب المقدس هي دستور الحياة والفكر وكل شيء تقريبا. نعم لقد يجرؤ كوبرنيكوس-إذا تغاض رجال الكنيسة قليلا-على التصريح بأفكاره كما لو كان ذلك من فعل

الخيال أو شطحات فكر لا يسندها دليل ولكن الأمر يقف عند هذا الحد ولا يتعداه إذ محال على كوبرنيكوس أن يصرح بنظريته تلك كما لو كانت حقيقة علمية ولا يستطيع هو أن يطالب الناس بالأخذ بها وترك ما كانوا به يؤمنون. وما إن وثق كوبرنيكوس من صحة نظريته حتى شعر أنه لا أمان له في روما فآثر العودة بعد ذلك إلى بولندا مسقط رأسه. ولم يكن مناخ الفكر في بولندا آنذاك بأفضل من نظيره في روما، الأمر الذي حال دون إعلان كوبرنيكوس لنظريته الشهيرة وظل مدة أخرى تقارب الثلاثين عاما وهو عاجز عن التصريح بها علانية وإن كان يذكرها بين حين وآخر إلى اقرب المقربين إليه. وإذ لم يجد كوبرنيكوس مفرا من كسر جدار الصمت بعد أن لم يعد الأمر يحتمل مزيدا من التأخير نراه يهدي كتابه حول «دورات الأجسام السماوية» Revolutions of the Heavenly Bodies إلى البابا نفسه. ولقد يشعر المرء بالحزن العميق إذ يعرف أن كوبرنيكوس كان قد استلم- وهو على فراش الموت-نسخة مطبوعة من كتابه هذا وذلك قبل ساعات من مفارقته الحياة بتاريخ 24 مايو سنة 1543، ولكن من يدري لعلنا يجب أن نستبدل الفرح بالحزن إزاء موقف كهذا، و وذلك لأن الموت قد جعل كوبرنيكوس بمنأى بعيد عن رجال الكنيسة ومؤامراتهم. فهل كان يرضى رجال الكنيسة أن يهدد كوبرنيكوس-أو غيره-نظام الفكر وتقاليده السائدة آنذاك ؟ وهل كان يسكت رجال الكنيسة عن أفكار تعارض ما جاء في الكتاب المقدس وتهدد سلطانهم الذي فرضوه على الناس قرونا طويلة ؟

ولكن حكاية الإنجاز العلمي الكبير الذي تحقق بظهور النظرية الفلكية الجديدة لا تنتهي عند هذا الحد كما رأى وايت بل لعله من الواجب أن نذكر بان مقدمة الكتاب التي كتبها أوسياندر. Osiander-صديق كوبرنيكوس الحميم-كانت تشير إلى أن النظرية لا تخرج عن كونها فرضا وأن الكتاب لم يجرؤ على التصريح بأنها حقيقة ثابتة. ولقد أفادت هذه الملاحظة التي صيغت ببراعة هدفا محددا، إذ لم يشأ رجال الكنيسة أن يزيدوا في الطين بلة فيعارضوا ما جاء في الكتاب ويحرموا تداوله وذلك باعتبار إن ما جاء في الكتاب لا يخرج عن كونه فرضا أو وجهة نظر، وأن الأمر لا يزيد على ذلك مطلقا. ولأن النظرية أخذت على أنها فرض فحسب فإن الكنيسة سمحت أيضا بان يدرسها بعض الأساتذة لطلابهم بموجب ذلك الفهم. ولا

يعني كل ذلك أن تداول النظرية باعتبارها فرضا جرى من غيرما عائق أو صعاب اعترضت السبيل، بل الواقع أن تدخل الكنيسة ظل قائما بين حين وآخر لكي لا يفلت الأمر من أيدي رجالها ولكي لا ينتقل الفرض إلى حقيقة. هكذا جرت الأمور حتى سنة 1616 حين ثارت ثائرة الكنيسة عندما آمن جاليليو. Galileo (1642-1564) بنظرية كوبرنيكوس وأخذها على أنها حقيقة ثابتة لا مجرد فرض. ولم يكن تأييد جاليليو لنظرية كوبرنيكوس مجرد نزوة فكرية بل لقد درس الأمر بعناية واستعمل المنظار المقرب «التلسكوب» في بحثه ودراساته، فثبت له بعد ذلك أن ما قاله كوبرنيكوس صحيح وأن الفرض حقيقة. من هنا رأت الكنيسة أن خطرا داهما بات يهدد سلطانها فبادرت إلى التصدي لأفكار جاليليو وحرمت تداول كتاب كوبرنيكوس حتى يتم تعديل بعض العبارات التي وردت فيه عل نحو تكون النتائج التي خلص إليها كوبرنيكوس متفقة مع النظام الفلكي القديم عند بطليموس. ولعل اكبر شاهد على ثورة الكنيسة إزاء نظرية كوبرنيكوس ومساندة جاليليو لها أن منعت هذا الأخير من تدريس نظرية سلفه أو مناقشتها، كما منعت إلى جانب ذلك تداول الكتب التي كانت تشير إلى حركة الأرض ودورانها. ولقد بلغ فعل الكنيسة أقصاه عندما كانت قراءة كوبرنيكوس من شأنها أن تعرض صاحبيها للعنة والمطاردة. وهكذا نرى كيف تمت عملية الإرهاب الفجري التي جرت الكنيسة على اتباعها وكيف أن أفكارا عظيمة ظلت حبيسة أصحابها ولم يكتب لها أن تشيع بين الناس لأن الناس ظلوا يقدسون الماضي ويظنون له الخلود. وأي عجب في أن تفرض الكنيسة سلطانها وتتصدى لكل من يتطاول على التقاليد التي ورثها الأبناء عن الأجداد جيلا بعد جيل. كانت كل نظرية جديدة-بموجب رأي الكنيسة آنذاك-بدعة وكانت كل مخالفة لتعاليم الكتاب المقدس كفرا وإلحادا وتجديفا بحق الله وتعاليم السماء، فلا يحق لكوبرنيكوس أو جاليليو أو أي فرد يظن انه قد عرف شيئا جديدا أن يعمل فكره في مجرى الأمور، كلا ولا يحق لأي مفكر أن يعلن رأيا يخالف الموروث بل عليه أن يسلم بالقديم حتى ولو لم يقبل ذلك.

وما إن توالت الشواهد والإثباتات حول صحة النظرية التي قال بها كوبرنيكوس حتى راحت هذه تكتسب جماعة من العلماء المناصرين لها على الرغم من طغيان سلطان الكنيسة وتهيب الناس منها. بل لقد بلغ تأييد

النظرية حدا سارع فيه جيوردانو برونو. Giordano Bruno (حوالي 1548-1600) إلى التصريح علانية بصحة النظرية وبأنها حقيقة واقعة. فما كان من رجال الكنيسة آنذاك إلا أن طاردوه في كل مكان وبلغ به التمرد عليهم والتذمر من دورهم أن راح يندد بهم علانية ويفضح تهافت فكرهم ودناءة أساليبهم. ثم قبض على برونو في مدينة البندقية وأودع السجون لمدة ستة أعوام حرق بعدها حرقا وهو حي. وما أن مضت عشرة أعوام بعد ذلك حتى ظهر نور الحق من جديد على يد جاليليو وذلك بعدما استخدم المنظار المقرب «التلسكوب» في إثبات نظرية كوبرنيكوس. لقد كان خصوم كوبرنيكوس يعارضونه قائلين إنه لو صح ما يدعيه من أن الأرض وغيرها من الكواكب تدور حول الشمس لكانت لكوكب الزهرة مراحل ومنازل فلكية تماثل مراحل القمر ومنازله، ولقد كان كوبرنيكوس يوافقهم عل اعتراضهم باعتبار أن لا وسيلة يمكن أن يثبت بها صحة نظريته كلها أو يدحض بالدليل القاطع اعتراف خصومه عليه. لم يكن المنظار المقرب «التلسكوب» موجودا آنذاك فكان أقصى ما يرد به كوبرنيكوس هو أن الزمن كفيل بإثبات صحة نظريته، وقد تم ذلك بالفعل عندما اخترع جاليليو المنظار المقرب وأظهر في سنة 1611 أن للزهرة منازل كمنازل القمر. ولكن ما أن أعلن جاليليو رأيه حول صحة نظرية كوبرنيكوس حتى هاجمه من آثر السمع حيث لا ينفع السمع عن البصر، فلم يكن رجال الكنيسة وأسرى التقاليد ليرضوا بغير الفكر القديم بديلا أو يقيموا وزنا لغير التعاليم في الكتاب المقدس. وما كانت نتيجة الاضطهاد والإرهاب في نهاية المطاف إلا أن طمست أفكار جاليليو ووضعت دونها حجب. فها هو رجل الكنيسة الدومينيكاني كاسيني. Caccini يدعو المناصرين لآراء جاليليو إلى الابتعاد عن النظر إلى السماء بقصد معرفة المزيد من حقائق علم الفلك لأن في ذلك جرما عظيما، وكان هذا يرى أيضا بأن علم الهندسة من عمل الشيطان وأن الرياضيات حصيلة فكر الملحدين. أما الأب لوريني.Lorini فقد صرح بأن مذهب جاليليو كفر وأن في تعاليمه إلحادا وان جزاءه القتل لا محالة. وما كان من أسقف منطقة فيسول.Fiesole إلا أن راح يهاجم نظرية كوبرنيكوس ويسفه آراء جاليليو، ثم راح يهينه علنا ويطلب محاكمته. واستمرت موجة الاضطهاد تتفاعل يوما بعد يوم رمها هوذا كبير أساقفة

فلورنسا يدمغ نظرية كوبرنيكوس وجاليليو ويلعنهما، ثم يلجأ بولوس الخامس Paul V (1552-1621) إلى المداهنة والخداع وراح يصف جاليليو بأنه أعظم فلكي عرفه التاريخ ويدعوه إلى زيارة روما في الوقت الذي كان يوعز فيه سرا إلى كبير أساقفة بيزا Pisa بأن يجمع الأدلة ضد جاليليو وآرائه. غير أن أكبر المعادين للنظرية الفلكية الجديدة كان الكاردينال بيلارمن Bellarmin. (1542-1621) فلقد كان هذا مثقفا وعلى شيء من المعرفة بالعلوم وإن كان يصر على أن يجعل العلم خادما للدين وذلك من خلال صب نتائج الأول في قالب الثاني. ومن هنا ذهب أعوان هذا الرجل إلى الإشاعة بين الناس أن النظرية الجديدة خاطئة وأن ما ورد فيها معارض للكتاب المقدس إذ لو صح ما ورد فيها-بحسب رأيهم-لكان العالم الذي نعيش فيه مختلفا تماما ولكانت ظروف الحياة وبالا على البشر أجمعين. أما الأب ليكار Lecazre فقد صرح بأن النظرية ترسم ظلالا من الشك حول الألوهية، بينما صرح غيره بأن النظرية تزعزع بناء الفكر الديني كله باعتبار أنه لو صح أن الأرض كوكب يدور حول الشمس كغيره من الكواكب لما حظيت الأرض-بموجب التعاليم المسيحية-بمركز مرموق في الكون بأسره، ولا كان تاريخها يحكي عظمة الخالق أو تكشف مخلوقاتها بديع صنعه. ولا يفوتنا هنا ذكر جانب آخر في هذه المأساة وهو إن الهجوم الذي شنه رجال الكنيسة على النظرية الفلكية الجديدة لم يكن مقتصرا على رجال الكنيسة الكاثوليكية المتعصبين، بل، لقد نسج البروتستانت على منوالهم وجروا مجراهم على حد سواء.

ولعل الناظر فيما استجد على قاموس اللغة من عبارات استخدمها المناوئون للعلم يرى انهم اصطلحوا على كلمات وعبارات قاسية كانوا يطلقونها على كل من وقف نفسه للبحث الجاد وعمل جاهدا على ابتكار الجديد. فما قولك مثلا في صفة الإلحاد والفكر التي أطلقت على المفكرين المبدعين آنذاك، وماذا عسى أن نقول في صفة الخونة التي اتهم بها كل من ناصر العلم وعاضد العلماء في نشر أفكارهم والترويج لها ؟ ومهما يكن الأمر فإنه على الرغم من محاولة العلماء مخاطبة عقول الناس ودعوتهم إلى البحث عميقا في طبيعة الأمور، وبالرغم من مناصرة بعض المثقفين وطلبة العلم لآراء جاليليو وكوبرنيكوس إلا أن التيار الفكري العام الذي ظل طاغيا

على شتى مجالات الحياة كان تقليديا في طبيعته ودينيا في جملة جوانبه. ولعلنا لا ننسى هنا مثول جاليليو أمام محكمة التفتيش Inquistion في روما عام 1615. فلقد عين جماعة من رجال الكنيسة لأجل دراسة فرضيتين حول البقع الشمسية كان جاليليو قد أتى على ذكرهما في رسائله، وبعد أن أعمل هؤلاء فكرهم في دراسة فحوى الفرضيتين قرابة شهر رفعوا تقريرهم الذي اجمعوا فيه على ما يأتي: «إن القضية الأولى بأن الشمس هي المركز وأنها لا تدور حول الأرض، حماقة وسخف، وخاطئة من الناحية الدينية وبدعة لأنها معارضة للكتاب المقدس صراحة. أما القضية الثانية بان الأرض ليست مركزا وإنما تدور حول الشمس فهي سخيفة وخاطئة من الناحية الفلسفية ومعارضة للإيمان الصادق من الناحية الدينية على الأقل». هنا سعى البابا بولص الخامس إلى التدخل في الأمر وهو نفسه الذي سعى إلى مداهنة جاليليو وإطراء اكتشافاته، فطلب أن يأتي جاليليو ليتم النظر في قضيته أمام محاكم التفتيش، وهكذا تمت مواجهة جاليليو-وهو أكبر رجل عرفه العلم آنذاك-مع رجال الكنيسة وهم أشهر رجال الدين في العصر نفسه. ولقد سعى بيلارمن أثناء تلك المواجهة إلى إظهار جاليليو على مواطن الضعف في نظريته وطلب منه أن يعلن ارتداده عن أفكاره التي قال بها حول مركزية الشمس وان يتنكر لكل النتائج التي خلص إليها أثناء دراساته. أما رجل الكنيسة ديلاودا De Lauda فقد اعتمد على رسالة استلمها من البابا، وأمر بموجبها أن يودع جاليليو سجون محكمة التفتيش التي تقع تحت الأرض ما لم يرتد عن آرائه ويتنكر لها.

ويبرز بيلارمن بين المؤتمرين ليأمر جاليليو أن يعدل عن آرائه فيقول: «باسم قدسية البابا، وكافة جماعة المجمع المقدس (نأمرك) بأن تتخلى كلية عن أن الشمس هي مركز العالم أو أنها ثابتة، أو أن الأرض تتحرك، وإلا تأخذ على عاتقك تدريسها أو الدفاع عنها على أي نحو-كائنا ما كان-لفظا أو كتابة». أما وقد كان رفض هذا القرار الجائر ينطوي على هلاك محقق، فقد آثر جاليليو أن يذعن لذلك الأمر ويتعهد بان يلتزم به.

كان ذلك في السادس والعشرين من فبراير سنة 1716، وما إن مضى على ذلك أسبوعان حتى مضى المجمع الكنيسي إلى ابعد من ذلك إذ نصت الوثيقة التي صاغها رجال الدين وكشف عنها البابا بولوس الخامس نفسه

على أن المذهب القائل بقيام حركتين للأرض، واحدة حول محورها وأخرى حول الشمس إنما هو مذهب خاطئ. ومناقض بكليته للكتاب المقدس وتعاليمه. ولقد نصت الوثيقة كذلك على تحريم مناصرة ذلك المذهب والامتناع عن تدرسه. كذلك أدانت الوثيقة أعمال كوبرنيكوس وكل عمل يؤكد حركة الأرض. وهكذا تم منع تداول أفكار كوبرنيكوس أو مناصرتها إلى أن يتم تصحيحها وذلك بموجب الأوامر الصادرة من محكمة التفتيش، وعلى الرغم من عدم إشارة الوثيقة إلى جاليليو وكبلر Kepler(1571-1630) إلا أن المنع يسري كذلك على أعمالهما ضمنا لكونهما يؤكدان حركة الأرض ودورانها.

وما أن تواترت صيغ الإدانة والهجوم على جاليليو وأنصاره من كل أنحاء العالم المسيحي في أوروبا آنذاك حتى شرع هو يكتب كتابا على شكل حوار يعرض فيه جملة الحجج والردود على كل من النظامين الفلكيين اللذين وضعهما بطليموس وكوبرنيكوس. ثم أعلن انه سيلتزم بكل الشروط التي تراها محكم الكنيسة لازمة لأجل أن تسمح بطبع الكتاب. وبعد مداولة استمرت ثماني سنوات سمحت السلطات الكنسية بنشره بعد أن وضعت شروطا محددة وهي أن يتضمن الكتاب مقدمة تتسق مع أفكار الأب ريسياردي Ricciardi وموقعة من جاليليو نفسه. أما المقدمة فإنها تنص على أن النظرية الكوبرنيكية هي شطحات أفكار ونزق ذهني وأنها لا تعارض على أي نحو كان-مذهب بطليموس الذي تم التأكيد على صحته وشرعيته سنة 1616 من قبل محاكم التفتيش وبإرشادات من البابا بولص الخامس. ولقد لاقى كتاب «المحاورة» هذا لجاليليو نجاحا منقطع النظير حين ظهر لأول مرة سنة 1632 وكان أن وجد فيه المعاضدون لنظرية كوبرنيكوس شواهد جديدة على صحة مذهب أستاذهم، ولم تقلل المقدمة التي ضمنها الكتاب من قيمة الأدلة الراسخة والحجج البينة على حقيقة النظام الفلكي الجديد. ولكن ما إن اكتسبت النظرية الجديدة مزيدا من المؤيدين لها وأحس رجال الدين بالمأزق الذي وقعوا فيه حتى ثارت ثائرتهم من جديد وأتى الهجوم هذه المرة من رجال الدين الدومينيكان اليسوعيين ومن تبعهم في هذه الحملة الجديدة. ولقد كان البابا أيربان الثامن Urban VIII على رأس من تصدى للحملة الجديدة على جاليليو لأن اسمه قد ورد في مناسبة لا تليق

أشار إليها كتاب «المحاورة» لجاليليو. فلقد تضمن الكتاب حوارا دار على لسان البابا أيربان الثامن نفسه وردا بالرفض أتى على لسان المحاور الآخر، هذا من ناحية ومن ناحية أخرى فان كل ما كان يدعو إليه البابا من أن الكتاب المقدس هو الحق كله قد اصبح موضع شك طالما كان الرد-الذي رفض رأي الباب بموجبه، في المحاورة المذكورة-معقولا.

كانت بداية الهجوم على جاليليو هذه المرة هي محاولة حظر كتابة وفرض حصار حول تداول أفكاره، ولكن ثبت أن تلك محاولة عقيمة باعتبار إن الطبعة الأولى للكتاب قد انتشرت بالفعل في كل أنحاء أوروبا وصار الناس يقبلون على شراء الكتاب وتداول الأفكار التي وردت فيه على نطاق واسع. هنا عاد جاليليو مرة ثانية إلى المثول أمام محكمة التفتيش وذلك لأجل أن يعاد النظر في الرجل وأفكاره من جديد. وبرز رجل-وهو بنيديكتاين كاستيلي Benedictine Castelli أمام محكمة التفتيش محاولا التأكيد لرجال الكنيسة بأن جاليليو كان مخلصا-وما زال-لتعاليم الكنيسة ويحترم رجالها، ولكن جهوده باءت بالفشل حيث طرد كاستيلا شر طردة، ليؤتى بجاليليو بعد ذلك أمام محكمة التفتيش ليتم النظر في أمره. ولعل العالم يدرك الآن مدى ما تعرض إليه جاليليو من إهانة وسجن وقسوة، ناهيك عن أنه أجبر على أن يعلن على الملأ راكعا على ركبتيه ما يلي: «أنا، جاليليو، لكوني الآن في السبعين من عمري، ولكوني سجينا راكعا على ركبتي أمام رفعة مقاماتكم، ولما كان الإنجيل المقدس أمام عيني وألمسه بيدي فإنني اشجب، وألعن وأحتقر ما قيل وكتب من خطأ وبدعة حول حركة الأرض».

وهل كان بوسع جاليليو في ظل إرهاب عظيم أن يقول غير هذا، لعل الناظر إلى الأمور نظرة عابرة يظن أن الرجل قد تنكر لمبادئه ولعل بعض المثاليين يأخذون عليه أنه آثر الحياة على الموت دون رأيه ولكن يجب على المنصف-على أية حال-أن يأخذ باعتباره مناخ الفكر السائد عندئذ وكذلك ما تعرض له جاليليو من عذاب نفسي وجسدي على حد سواء، عدا أمر هام جدا وهو أن تنكره لرأيه لم يكن ذا قيمة طالما كانت النظريات التي عرضها في كتابه ثابتة من وجهة النظر العلمية. ولكن هل اكتفت الكنيسة بكل ذلك ؟ الواقع أن إهانة الكنيسة لجاليليو أخذت بعدا جديدا عندما أجبرته على أن يشجب ويبلغ محاكم التفتيش عن كل فرد أو عالم يجده

مؤيدا لبدعة حركة الأرض. كذلك ربما أوحت النظرة الساذجة هنا أن الكنيسة قد حققت نصرا كاسحا على جاليليو ومن حذا حذوه من العلماء، ولكن الحقيقة هي عكس ذلك تماما. نعم لقد تمكنت الكنيسة من منع كل كتاب يبحث في دورة الأرض وحركتها من التداول وكذلك نجحت في إجبار جاليليو على أن يذكر أمرا لم يكن يؤمن به ويقسم على حقيقة شيء يظنه خطأ في المقام الأول ولكن كل ذلك كان أمده قصيرا. فلقد تواترت الإثباتات من بلدان مختلفة في أوروبا على حركة الأرض وثنائية دورتها. فها هوذا كامبانيلا Campanella يكتب «دفاعا عن جاليليو» Apology for Galileo على الرغم من أنه تعرض للسجن والتعذيب سبع مرات بسبب أفكاره العلمية والسياسية والدينية. ثم جاء كيبلر بعد ذلك بدفعة جديدة في العلم إذ إنه ما إن نظر في نقاط الضعف التي اتسمت بها نظرية كوبرنيكوس حتى بادر إلى سد الثغرات في آراء سلفه وكانت قوانينه الثلاثة الشهيرة بمثابة اللمسات الأخيرة لبناء فلكي عظيم وراسخ.

ولكن هل سلم كيبلر نفسه من جور الكنيسة وطغيانها ؟ الواقع أن مصيره لم يكن بأفضل من مصير كوبرنيكوس أو جاليليو، فلقد استلم تحذيرا دينيا من المجلس الكنسي البرتستنتي في شتوتجارت Stuttgart يأمره فيها بان «لا يزج بمملكة المسيح في متاهة مع خيالاته الساذجة». كذلك طلبت الكنيسة منه بأن «يجعل نظريته حول العالم متقنة مع الكتاب المقدس». وليت الأمر وقف عند هذا الحد، بل لقد أهين كيبلر كما أهين جاليليو وكوبرنيكوس من قبله، ثم راحت الكنيسة تشهر به وبآرائه ثم عملت بعد ذلك على سجنه لمدة من الزمن. الأكثر من ذلك هو أن الضغوط ظلت تتواتر على كيبلر من أصقاع أخرى في العالم المسيحي سواء كان ذلك من البروتستانت أو الكاثوليك المتعصبين. غير أن مسيرة العلم ظلت ماضية في سبيلها في الوقت الذي كان الإرهاب فيه قائما على قدم وساق. فقد خرج على الناس في تلك الفترة رجال كبار ناصروا العلم، من أمثال نيوتن Newton(1642-1727) وهيلي Halley (حوالي 1656-1743) و برادلي Bradley (1693-1762) ، ولقد أثبت هؤلاء وغيرهم من العلماء والمفكرين آنذاك أن النظرية الفلكية الجديدة حقيقة أكيدة.

وما دامت قصة النزاع بين العلم والدين قد سارت بنا إلى هذا الحد

فقد يظن القارئ أن الأمور أضحت بعد ذلك مستقرة طالما ظهر اشهر من سطروا صفحات خالدة في تاريخ العلم وتقدمه. نعم لقد يظن القارئ إنه ما دام قد ظهر رجل كنيوتن على مسرح الأحداث وأثبتت نظرياته حقيقة النظرية الفلكية الجديدة فإنه لم يكن أمام رجال الكنيسة وعبدة الماضي سوى الإقرار بحقيقة العلم الجديد وبإعلان مناصرتهم له أو الوقوف موقف الحياد أو السكوت على أقل تقدير. ولكن الأمور لم تكن كذلك على آية حال. فما قولك مثلا في قائمة الكتب المحظورة والمنشورات المحرمة التي اشتهرت الكنيسة طوال قرون بإعدادها وقد تضمنت في سنة 1819 أعمال ككوبرنيكوس وجاليليو ؟ ماذا عسى أن نقول في مأساة جديدة حدثت بعد ذلك بسنة واحدة أي في سنة 1820 . فلقد كتب البروفيسور كانون سيتيل Canon Settele-وهو أستاذ علم الفلك في روما-كتابا مبسطا تناول فيه نظام الفلك عند كوبرنيكوس واقر فيه بأن النظرية الفلكية الجديدة حقيقة مسلم بها. فما كان من رجل الدين انفوسي Anfossi وهو المسؤول عن مراقبة المطبوعات-إلا إن رفض السماح بطبع الكتاب إلا بعد أن يراجعه المؤلف مرة أخرى بحيث تكون معالجته لنظرية كوبرنيكوس كما لو كانت مجرد فرض hypothesis لا باعتبارها حقيقة علمية مسلم بها. ولم يجد سيتيل إزاء ذلك سوى أن يرفع أمره إلى البابا بيوس السابع puis VII وأحال البابا أمر هذا الرجل إلى المجمع الكنسي وبعد أن نظر المجمع في الأمر اقر ولأول مرة بتاريخ 16 أوغست 1820 أن لستيل الحق بتدريس نظرية كوبرنيكوس في النظام الفلكي الجديد على أنها حقيقة ثابتة.

لقد أثار المجمع الكنسي وموافقة البابا عليه ردود فعل عنيفة على كل صعيد ولكن لم يكن أمام مؤسسات الكنيسة جميعا سوى الرضوخ لنداء العقل ونظريات العلم. ففي 11 سبتمبر 1822 اقر أعضاء محكمة التفتيش المقدسة بأن: «كتابة الأعمال التي تعالج حركة الأرض وثبات الشمس ونشرها بما يتسق مع الرأي السائد لعلماء الفلك المحدثين، مسموح بها في روما». ولقد صادق البابا بيوس السابع على ذلك القرار، ولكن يجب إلا ننسى بأن الأمور استمرت على ما هي عليه في تذبذب حتى جاءت سنة1835 حينما رفعت أسماء الكتب التي تعالج الحركة الثنائية للأرض من القائمة التي تشجبها الكنيسة وتحظر طباعتها أو قراءتها.

خلاصة الحديث إذن هي أن انتصار العلم وثباته أمام جور الكنيسة وتحدياتها لم يتم بسهولة، كلا ولا كان عهد الصراع بينهما قصيرا على الإطلاق، أما مسيرة العلم نفسه فقد شهدت على مر الزمن رجالا آخرين أتوا بعد ذلك ببراهين جديدة تؤكد صحة النظرية الجديدة، بل لقد زادوا على ذلك بأن جاءوا بنظريات فلكية لم يكن للناس سابق عهد بها. فقد اظهر بيسيل Bessel (1784-1846) صحة النظرية الجديدة وفسر في سنة 1838 ما يعرف في علم الفلك بالتغير الظاهري للنجوم الثابتة The Parallax of fixed stars أما في سنة 1851 فقت أثبت فوكو .Foucault(1819-1868) في تجربة استخدم فيها بندولا Pendulum حركة الأرض حول محورها. ولا يعلم المرء ما إذا كان التطور الطبيعي للأمور قد جاء على هذا النحو أم أن سخرية القدر جاءت لتنتصر للعلم في نهاية المطاف. فقد أجرى رجل الكنيسة سيشي Secchi-وكان فلكيا شهيرا-تجربة فوكو ذاتها في سنة 1852 وذلك في إحدى كنائس روما وفي المدينة نفسها التي كانت تحارب جاليليو وأتباعه وتلعن النظرية الفلكية الجديدة التي قال بها كوبرنيكوس قبل ما يزيد على ثلاثة قرون.

2 جاليليو والكنيسة

إذا كان وايت قد اعتقد-بأن الدين كان عقبة أمام تطور العلم فإن جيورجيو دي سانتيلاناGiorgio de Santillana ذهب إلى رأي مخالف بعض الشيء بعد دراسة مستفيضة للمحاكمة التي جرت لجاليليو وللظروف التي أحاطت بها. نراه يقول بأن بعض المؤرخين تصوروا البابا أيربان الثامن ومن التف حوله من رجال الدين المناصرين والأعوان-على أنهم أعداء للعلم متعصبون، ولكن ربما كان الأصح هو أن هؤلاء الذين نظن انهم يناوئون العلم كانوا ضحية العلم نفسه ومناخ الفكر العلمي الذي كان طاغيا في عصرهم. وهل من عجب في أن تكون ردة فعلهم تجاه التيارات العلمية التي ظهرت آنذاك على ذلك النحو؟ إن النظرة العابرة هي التي تصورهم لنا كما لو كانوا أعداء للعلم طارحين جانبا جملة المعطيات والظروف التي أحاطت بهم في ذلك العصر. ولأجل أن نقع على خبايا ذلك الزمان وظروفه ولأجل أن يكون حكمنا صائبا حول العداء بين العلم والدين فإن سانتيلانا يدعونا إلى البحث من جديد في قضية شهيرة شهدها تاريخ العلم وهي قضية المحكمة التي أجريت لجاليليو وأدانته فيها الكنيسة.

لعلنا نعلم أن أعمال كوبرنيكوس ونظريته

الشهيرة حول الحركة الثنائية للأرض كانت معروفة لدى المفكرين منذ خمسين سنة على الرغم من أن الناس كانوا ينظرون إليها نظرة المتشكك. وعلى الرغم من أن الأفكار التي عرضها كوبرنيكوس قد حثت الناس على إعمال الفكر وإجراء مزيد من البحث والتقصي لحقائق الأمور إلا انهم جابهوا صعوبة في الإلمام بتفاصيل النظام الفلكي الجديد ومعرفة أدق خصائصه وسماته. فالسؤال الذي يطرح هنا هو: ماذا كانت طبيعة علم الفلك آنذاك ؟ الجواب عند سانتيلانا هو أن النظام الفلكي السائد كان يتمثل في أفكار تيكو براه Tycho Brahe(1546-1601) وكان نظامه هذا معارضا إلى حد ما لنظرية كوبرنيكوس الجديدة-كان تيكو براه قد أوجد نظاما فلكيا مبتكرا وإن كانت الأرض فيه تحتل المركز من بين الأجسام السماوية. أما نظام كوبرنيكوس فقد رفضه الفلاسفة والأساتذة آنذاك لأن النظام الجديد الذي طلع به عليهم لم يكن يتسق مع نظرياتهم في الفيزياء أو يتناسب مع المسائل التي يقومون بتدريسها للطلبة آنذاك أما البروتستانت فقد كان رفضهم لأفكار كوبرنيكوس قائما على إنها تتطاول على الدين وترمي ظلالا من الشبهة والشك حول الكتاب المقدس وتعاليمه. أما الكاثوليك فإنهم رأوا في كوبرنيكوس رجلا متدينا وكان احترامهم ا له باعتباره رجل علم قديرا أمرا ثابتا وإن كانوا قد اعتبروا نظامه الفلكي الجديد اقرب إلى الرياضة العقلية منه إلى الحقيقة والواقع. لقد كانت البرهنة على حقيقة النظام الفلكي الجديد تستوجب الرجوع إلى نظام رياضي جديد ومعادلات صعبة لم تكن العقول قادرة على هضمها، ناهيك بعد هذا عن أن الرياضيات كان ينظر إليها على أنها رياضة عقلية، وأيا كانت مسائلها أو النتائج التي تؤدي إليها حلولها فإن كل ذلك لا يحتم انطباقها على الواقع بالضرورة. فالرياضيات شيء والواقع شيء آخر في عرفهم. فإذا كان كوبرنيكوس قد استخدم الرياضيات في مغامرة عقلية فإن ذلك لا يعني أن الرموز والأرقام التي لجأ إلى الاستعانة بها تنطبق بالفعل على الكون الذي صنعه الخالق العظيم. ولعلنا في هذا المجال لا ننسى أنه من الأسباب التي قللت من اهتمام المفكرين والباحثين بالنظام الفلكي الجديد هو المقدمة التي صاغها اوسياندر-رجل الدين البروتستانتي-والتي نفى فيها أن تكون لأفكار كوبرنيكوس أية قيمة علمية أو تطبيقية لكونها لا تترجم بالأساس حقيقة

النظام الكوني الذي كان الناس يؤمنون به آنذاك.

أما جاليليو، الذي كان-حوالي سنة1585- على وشك الانتهاء من تشييد فلسفة طبيعية جديدة ترتكز على الرياضيات فقد نظر إلى كتاب كوبرنيكوس نظرة مخالفة لنظرة أهل عصره باعتبار إن النظرية الجديدة التي طرحها كوبرنيكوس كانت اقرب إلى الصواب. ولقد صرح هو نفسه بذلك لأصدقائه في سنة 1597، ولكن إقناع الناس بحقيقة النظام الجديد كان يستوجب منه التريث إلى أن يواتيه الزمن المناسب وتحين له الفرصة. وكان جاليليو يشعر في قرارة نفسه إنه ليس بين يديه دليل مناسب يمكن أن يقنع به أبناء عصره بالأمر إلى أن تم له استخدام التليسكوب في سنة 1610. كان الاختراع الجديد هذا قد خدم ناحيتين هامتين: الناحية الأولى هي أن الاختراع كان بمثابة وسيلة عملية يمكن لجاليليو أن يقنع بها أهل عصره بصحة النظرية الجديدة، أما الناحية الثانية فهي أن الاختراع نفسه قد جعل جاليليو يتصدر قائمة العلماء الشهيرين آنذاك. غير أن هذا الاختراع الهام لم يلق اهتماما يذكر من قبل الرجال الذين كانت لهم حظوة وكلمة مسموعة في وسط الناس، وكانت ردة فعلهم تنطوي على كراهية وسوء نية عظيمتين. والحق أن ردة الفعل تلك لم تكن أمرا غريبا. فلقد توقع جاليليو نفسه ذلك وكان على علم أكيد بما سيجلبه اختراعه الجديد عليه من حقد ومعاداة. ولعله ليس أدل على إحساسه بكل ذلك من رسالة بعث بها إلى كبلر وكان ذلك قبل اكتشافه للتليسكوب بثلاثة عشر عاما حيث قال: «(أنني) مثلك تماما قد قبلت الموقف الكوبرنيكي منذ سنوات عديدة، واكتشفت منذ ذلك الحين أسباب كثير من الأحداث الطبيعية التي لا شك أنها لا يمكن تفسيرها بموجب النظريات السائدة. لقد كتبت مسوغات كثيرة وردودا في (هذا) الموضوع، ولكنني لم أجرؤ حتى الآن على إعلانها، (فقد) أنذرني مصير كوبرنيكوس نفسه (وهو) أستاذنا الذي حصل لنفسه شهرة أزلية من بين قلة، ولكنه أنزل إلى مكانة العامة الكثيرين.. .. لكي يهزأ به ويهان. لقد أجرؤ على نشر أفكاري لو أن هناك كثيرين مثلك، ولكن لما لم يكن هناك (أمثالك) فإنني سوف أحجم».

وكيف لا يحجم جاليليو عن التصريح بأفكاره طالما كان مناخ الفكر السائد مناصرا للتراث القديم ومعاديا لكل جديد ؟ لقد كان جاليليو نفسه

يظن أن اختراع التليسكوب في سنة 1610 كفيل بتغيير وجهة نظر الناس إلى الأمور ولكن خاب ظنه إلى حد كبير. فلقد رفض بعض الرجال الذين ذاع صيتهم بين الناس أن ينظروا من خلال التليسكوب بينما أقدم بعض آخر إلى النظر من خلال هذه الأداة التكنولوجية العجيبة ولكنهم ادعوا أنهم لا يرون شيئا جديدا من شانه أن يغير من نظرتهم إلى الأمور. وادعى آخرون بأنهم رفضوا النظر من خلال التليسكوب لأن كل ذلك لن يؤدي بهم إلى نتائج جديدة ذات قيمة فلسفية كبيرة. ولقد ذهب أحد الرافضين للنظرية العلمية الجديدة وللأداة التكنولوجية الحديثة إلى أنه من غير المعقول ألا يكون عند القدماء أداة كهذه التي يدعي جاليليو أنه اخترعها، إذ كيف بلغت دقة العلم عند العلماء حدا كبيرا-بحسب رأيه-من غير أن تكون لديهم أداة كهذه أو غيرها من وسائل جعلت علمهم ونتائجهم أبعد ما يكونان عن الشك والخطأ. كذلك ذهب آخر إلى أن الاختراع الذي جاء به جاليليو إنما يرجع إلى أرسطو بالأساس وكانت المقارنة التي عقدها هذا الرجل بين جاليليو وأرسطو عجيبة إلى حد كبير. فقد قال بأنه لما وقع جاليليو على كتب أرسطو ودرس أفكاره فانه راح يعالج نظرية سلفه وهي التي تقول كيف يمكن للمرء-وهو في بئر عميقة-أن يرى النجوم في السماء في منتصف النهار. واستطرد الرجل يقول بان البئر العميقة تقوم مقام اسطوانة التلسكوب.. . وأن قوة النظر عند الإنسان تزداد حدة بمرور الأشعة عبر مجال شفاف. ثم زاد الرجل على ذلك بأن هذه المقارنة لا تعني أن أرسطو قد أقر بالفعل فعالية هذا الأسلوب في البحث أو جدواه باعتبار إن أفكار الفيلسوف أرسطو ونتائجه كانت حصيلة النظر بالعين المجردة لا من خلال أجهزة تعينه على معرفة الأمور. أما وقد كانت دراسات الفيلسوف الكبير ونتائجه صحيحة ومؤكدة فإن ذلك يعني عدم جدوى أية وسيلة أخرى يعتقد بصلاحيتها في البحث في هذه الأمور. ولم يسعى المرء إلى استخدام أجهزة يظن خطأ بأنها تعينه على البحث في حقيقة الأجسام السماوية طالما كانت الحقيقة كلها قائمة في دراسات أرسطو وفي كتبه ؟ فما على المرء إذا رأى أنه اكتشف شيئا جديدا في الأرض أو السماء سوى البحث في كتب أرسطو لكي يتبين له أن فيلسوف اليونان العظيم قد أشار إليه دون شك. نعم ربما يقع المرء على أمر يظنه جديدا، ولقد لا يرى كذلك في كتب

أرسطو ما ينص على ما وقع عليه صراحة، ولكن يجب على المرء عندئذ أن يعمل الفكر ويوسع دائرة بحثه لأجل أن يستخرج المضامين التي انطوى عليها رأي فيلسوف اليونان. ومن المؤكد أن الباحث الجاد سيكتشف ضمنا أمور نبحث عنها ولا نجدها في كتب أرسطو صراحة. ومن هنا-وبموجب هذا الرأي-فان جاليليو لم يكتشف في التلسكوب سرا جديدا، بل لا جديد في العلم على مر الزمان طالما كان الجديد والقديم كلاهما قائمين في كتب أرسطو صراحة أو ضمنا.

الواضح إذن من ردود الفعل التي أتينا على ذكرها هو أن أعداء جاليليو كانوا على استعداد للذهاب إلى أبعد الحدود لأجل أن يطيحوا بالنظرية الفلكية الجديدة ولأجل أن يستهينوا بالاختراع الجديد. ومن هنا شعر جاليليو بالخطر العظيم الذي يحدق به إذ إن النظرية الفلكية الجديدة التي قال بها كوبرنيكوس وما تلاها من اختراع للتلسكوب من شأنه أن يقلب موازين الأمور رأسا على عقب. فلا الفكر الذي كان سائدا يصح أن يؤخذ به، ولا المكتبات التي تكدست فيها مخطوطات الأقدمين تصبح ذات جدوى. ولعل المرء يدرك اليوم جور الأساليب التي درج المناهضون للعلم الجديد على اتباعها في ذلك العصر، إذ لم يقتصر ضرر أولئك الرجال على زج السلطة الدينية في أمور عملية ومسائل فلسفية محضة بل إنهم جعلوا الفرصة مواتية أيضا أمام المشاكسين لتأليب الرأي العام على بشائر العلم الجديد ورجاله. ولعل السبب الرئيسي وراء مناهضة إنصاف العلماء المتمسكين بالماضي للعلم الجديد هو أنهم يريدون أن تكون لآرائهم غلبة على آراء غيرهم بغض النظر عما إذا كان علمهم على خطا أو كان علم غيرهم على صواب.

ونعلم الآن أن جاليليو كان يدرك كما أدرك كوبرنيكوس من قبله انه مقدم على مواجهة مع أشباه العلماء الذين كانت لهم حظوة في ميدان الحياة الأكاديمية لا مع رجال العلم الحق ولعل خير شاهد على قصر نظرة هؤلاء إلى الأمور وتعنتهم هو ما لحق بالجامعات في ذلك العهد من تدهور وتخلف في مستوى التعليم. غير أنه إذا كان الإضطهاد قد لحق بجاليليو وكوبرنيكوس على حد سواء فإن هناك فارقا هاما يفصل بينهما. لقد آثر كوبرنيكوس أن تكون مبادئ النظرية الفلكية الجديدة وحق الخوض في

مسائلها مقتصرين على العلماء والمتخصصين وكان يود لو أن التداول في قضايا العلم يتم على النحو الذي تم عليه عند الفيثاغوريين القدماء، إذ كان البحث في العلم عندهم يتم في نطاق دائرة ضيقة جدا تكاد تقتصر عليهم وحدهم. ولقد أثر عن كوبرنيكوس إن «الرياضيات للرياضيين» وأن ليس من حق أحد أن يدلي بدلوه في ميدان هذا العلم ما لم يكن من أهل النظر فيه ومن أصحاب الدراسة في ميدانه. لذا رأيناه في نظريته الفلكية الجديدة يتجه إلى مخاطبة العقول التي لها معرفة ضليعة بالرياضيات. أو قل بان نظريته كانت تخاطب العقل المجرد وتتخذ الرموز والأرقام أداة لها. والواقع أن تلك الدراسة المجردة التي قام بها كوبرنيكوس قد أفضت به إلى محاذير كثيرة وجعلته يقع في أخطاء جسيمة. فها هوذا جاليليو يقول-بعد أن درس فكر سلفه-بأنه، أي كوبرنيكوس: «لما كان غير قادر على حل عدد من الإشكالات الخطيرة، (وكذلك) (لما كان غير عابئ بعدد آخر من الأحداث الهامة، فإنه اقتنع بالوثوق كثيرا بما يمليه عليه العقل المجرد) إلى حد أكد فيه بثقة أن بناء الكون لا يمكن أن تكون له هيئة أخرى غير تلك التي رسمها هو نفسه». غير أن جاليليو ذهب إلى القول بعد ذلك بأنه لما كان الله قد شاء أن يتم اختراع التلسكوب وذلك لأجل أن تكون معرفة الناس بالكون معرفة افضل فإن العقول النيرة يمكن لها بعد ذلك أن تعلم الحق وتدرك صدق النظرية الفلكية الجديدة من غير ما حاجة إلى عقل رياضي جبار على نحو ما اشترطه كوبرنيكوس لإدراك كل ذلك.

ولكن هل كان جاليليو يسعى إلى اطلاع عامة الناس على حقيقة النظرية الفلسفية الجديدة كما يتصور الكثيرون ؟ الجواب لا، فلقد أدرك أن الناس غير قادرين على استخلاص حكم محايد حول الأمور. والواقع إن هذه ناحية هامة في فكر جاليليو إذ كان الرجل يرى بأنه غالبا ما كانت نظرة «العامة» من الناس الجهلة نظرة لا موضوعية، وتحكم أفكارهم خرافات كثيرة ويتحدد سلوكهم بوحي من عواطفهم وانفعالاتهم ولقد كان جاليليو يعلم فوق هذا وذاك بأن الذين يثيرون عامة الناس ويستغلون جهلهم وسذاجتهم هم المناوئون للعلم وهم الذين يسعون دائما إلى استغلال الفصاحة وحسن البيان في سبيل الوقوف ضد كل جديد في ميدان الاختراع ولكن جاليليو كان يرى أنه على الرغم من حقيقة هذه المأساة إلا أن ذلك لا يعني

العلم أو انقطاع مسيرته، إذ طالما ظهر أفراد من بين الناس يضيفون جديدا إلى العلم ويدفعون به إلى آفاق بعيدة. أولئك هم «الخاصة» elite في تقدير جاليليو. ولقد ذهب سانتيلانا إلى أنه لما كان هؤلاء الخاصة قادرين-بغض النظر عن وفرة عددهم أو قلتهم-على التأثير في تيار الفكر الذي يعيشونه-أيا كانت درجة التأثير تلك-فإن جاليليو كان يريد أن يتوجه بالنظرية الجديدة إليهم، وكان يسعى إلى اطلاعهم على الأداة التكنولوجية الحديثة التي تيسر لهم معرفة الأمور على حقيقتها. ومثل جاليليو في ذلك مثل رجل صاحب قضية عادلة أراد أن يرفع أمره إلى حكم عادل يتمثل في هذه الطبقة الخاصة، لأجل أن تنصفه من عامة الناس الذين جاروا عليه ولأجل أن يقتص من أشباه العلماء الذين وقفوا ضد تيار العلم وتقدمه.

يتناول سانتيلانا بعد ذلك رأى بعض مؤرخي العلم الذين أنحو بالأئمة على جاليليو نفسه لتهوره في اطلاع الناس على أفكاره وذلك قبل أن يتوافر الجو المناسب أو تحين الفرصة السانحة لذلك. لقد رأى بعض هؤلاء المؤرخين انه ربما كان الخطأ الوحيد الذي ارتكبه جاليليو هو أنه تسرع في الإفصاح عن أفكاره واقدم على الكتابة باللهجة الدارجة في موضوع خطير لم يتم القطع برأي حوله على نحو تام. ولقد رأى هؤلاء إن الخوض في موضوع خطير يستهدف استبدال نظام فلكي قديم وفكرة تقليدية بنظام فلكي جديد وفكرة حديثة لن يلقي آذانا صاغية طالما كانت الوسيلة التي اتبعت في طرح الموضوع خاطئة تماما كخطأ جاليليو في تهوره في عرض أفكاره على الملأ من قبل أن تحين الفرصة لذلك. ومن هنا راح بعض المؤرخين يفسرون ردة الفعل العنيفة التي واجهها جاليليو، إذ رأوا أن أسلوبه قد أثار حفيظة العامة من الناس واستثمار حميتهم للدين ولتقاليدهم بدلا من أن يجلب له الأنصار والمشايعين. ولقد ظن بعض أولئك المؤرخين أنه كان ينبغي على جاليليو بدلا من ذلك أن يكتب مؤلفات وافية حول آرائه باللغة اللاتينية لكي يرى بعد ذلك ماذا تكون عليه ردة الفعل من قبل الباحثين المدققين ورجال الدين. ولكن كل هذه التفاسير والآراء التي يطرحها بعض المؤرخين تبدو خاطئة في نظر سانتيلانا. فهو يذهب إلى تذكيرهم بان الفرصة كانت مناسبة بالفعل لطرح أفكار جاليليو بدليل أن الباحثين المتخصصين في الجامعات آنذاك قد أبدوا حماسا وتأييدا منقطع النظير للنظام الفلكي

الجديد، فسارعوا إلى الانكباب على دراسة تفاصيل النظرية وراحوا يدونون الملاحظات حولها، بل ويكتبون ملخصات تشرح النظرية وتعالجها من زوايا مختلفة. الأكثر من ذلك هو أن أولئك الباحثين في النظرية الجديدة آنذاك قد خشوا أن تفلت الفرصة من أيديهم أو أن يكون رأيهم ا غير ذي بال، فسارعوا إلى طلب التأييد والمساندة من بعض المتدينين ومن بعض رجال السلطة في الكنيسة الذين يصعب أن نصنفهم ضمن أنصار التيار الرجعي في ذلك العهد، من هنا يتضح إذن-كما يرى سانتيلانا-أن جاليليو لم يكن أبدا ليقدم على إثارة العامة أو مخاطبتهم على أي نحو كان حول النظرية الجديدة. بل كان الوقت بالفعل مناسبا للإفصاح عن أفكاره واطلاع المتخصصين دون غيرهم على حقيقة الأمر. ولقد ذهب سانتيلانا إلى أن جاليليو كان يكتب بأسلوب أدبي رفيع حول موضوع فلسفي هام وكانت كتاباته موجهة بالدرجة الأولى إلى طبقة الأفراد التي تملك بالفعل زمام الأمور من أساقفة، وأمراء، ورجال شهيرين، ورجال أعمال.

والآن ما هو المنهج الذي سار عليه جاليليو في نشر أفكاره؟ لقد رأى بادئ ذي بدء أن يضمن قبول الفلكيين اليسوعيين في روما لآرائه. إذ إن موافقة هؤلاء على آرائه وتصديقهم على أهمية اكتشافاته من شأنه أن يقطع السبيل أمام أعدائه المتربصين الحاقدين والساعين إلى جر المعركة بينهم وبينه إلى ميدان بعيد عن العلم ووقائعه. لقد كان جاليليو يعلم أنه متى ضمن تأييد الفلكيين اليسوعيين-وهم أصحاب الحل والربط في هذه الأمور لدى سلطة الفاتيكان-فإن أعداءه لن ينقلوا الحرب بينه وبينهم إلى ميدان الحلال والحرام في شرع الدين وتعاليمه. وإذ نذكر أن جاليليو قد توجه في بادئ الأمر إلى رجال الفلك اليسوعيين ليطرح عليهم الأمر فإن ذلك لا يعني أنه كان مغاليا في مطالبته أو موغلا في تفاؤله، فلم يكن يضمن على نحو قاطع أن هؤلاء سيتهافتون على تأييده أو انهم سيسارعون إلى إقرار أهمية اكتشافاته إذ ما كان ذلك أسلوبهم في البت حول الأمور، ولكن جاليليو كان يرى أنهم لا محالة فاعلين طالما كانت حجته بالغة ويملك الدليل بين يديه. وعلى أسوأ الفروض فإنه إذا لم يصرخ الفلكيون اليسوعيون بتأييدهم لأفكاره واكتشافاته فإن أقل ما يمكن أن يتوقع منهم حينا يعلمون الأمر على حقيقته هو أن يسعى هؤلاء إلى الأخذ بزمام المبادرة ويعملوا ما

يرونه مناسبا لإصلاح ما اعوج من أمور. وماذا كان يضير جاليليو عندئذ لو إن الفلكيين اليسوعيين ناصروا آراءه واكتشافاته أو لم يناصروها طالما كانت النتيجة واحدة وهي أن النظرية الجديدة ستصبح حقيقة واقعة المهم عند جاليليو أن يضع بين أيديهم الدليل-وقد كان يملكه-على صحة زعمه حول النظام الفلكي الجديد، لذا رأيناه يذهب إلى روما سنة 1611 لأجل أن يعرض الأمر على الفلكيين اليسوعيين هناك.

والحق أن كل شيء كان يسير على ما يرام وكما توقع هو في بادئ الأمر، فلقد كتب بيرودينى Piero Dini أن جاليليو صار يجلب الأنصار إلى جانبه وأصبح المتشككون والرافضون ينقلبون إلى صفه مؤيدين. كذلك راح الكاردينال بيلارمن يستفتي الفلكيين اليسوعيين في أمر جاليليو فجاءه الجواب مؤيدا لأفكار الرجل ونظرياته وأشاروا إلى أنهم أصدقاء مخلصون لجاليليو نظرا لما أظهره من عبقرية في اكتشافاته ودقة في عرض الأمور. الأكثر من ذلك هو أن لقاء تم بين البابا وبين جاليليو أظهر فيه الأول حبه وتعاطفه مع الثاني وإعجابه باكتشافاته. أما الأسقف بولص الخامس-وهو من عرف بنزعته التقليدية وحذره-فقد آثر السكوت وعدم القطع برأي في أمر جاليليو. وغني عن البيان هنا أن موقفا كهذا-كما يقول سانتيلانا-يؤخذ على أنه تأييد غير مباشر للنظرية الفلكية الجديدة وقبول صامت بآراء جاليليو واكتشافاته.

كان من نتيجة اكتشاف التلسكوب وتواتر الشواهد التي عرضها جاليليو على صدق النظرية الجديدة أن تزعزعت أركان النظام الفلكي القديم عند بطليموس، وأحدثت الشواهد الجديدة ردة فعل عنيفة في صفوف الفلكيين اليسوعيين، أو على الأقل كان ذلك موقف اثنين منهم هما كلافيوس. Clavius وجرنبيرجر Grienberger اللذان تشككا تماما بصلاحية النظام الفلكي لبطليموس. ومن المؤكد أن وقع الأحداث كان عظيما على حجة كبير العلماء الفلكيين اليسوعيين آنذاك وهو الأب كلافيوس. فلقد تردد هذا الرجل بقبول النظرية الجديدة في بادئ الأمر وراح يسخر مما سمعه عن التلسكوب ويقول بأن على هذه الأداة الجديدة أن تذهب بهم إلى النجوم والكواكب لكي يروا بأعينهم حقيقة ما يزعم به جاليليو. ولكن ما إن نظر بالفعل من خلال التلسكوب حتى أقر بحقيقة النظرية وأذعن للشواهد التي لا سبيل

إلى إنكارها.

اضطلع جاليليو بعد ذلك بمهمة تحديد أزمنة الأقمار التابعة لكوكب المشتري وهي مهمة عجز الفلكيون اليسوعيون عن تحقيقها. فلقد توالت على جاليليو معلومات هائلة حول الموضوع وملاحظات فلكية عديدة تتصل به. ولكن الخطة التي انتهجها منذ البداية كانت تحتم عليه أن يطلع من بيدهم زمام الأمور على النظرية الجديدة وكل التفاصيل المتصلة بها. أما وقد عقد العزم على الإخلاص لمنهجه الذي صاغ تفاصيله بحذر تام فإنه رأى من الواجب في هذه المرحلة بالذات أن يعتمد على الشواهد العينية والملاحظات الفلكية التي يمكن لوسائل الإحساس أن ترصدها. بمعنى آخر نقول بأن الخطة التي سار عليها جاليليو كانت تركن إلى الملاحظات والشواهد الفعلية التي يمكن التأكد منها بوسائل الإحساس وطرح القضايا الرياضية التي تعالج الموضوع جانبا لأنها تعتمد على العمليات العقلية المجردة بالدرجة الأولى. ولعل جاليليو كان يأمل بأن المنهج الذي يسير عليه سيؤدي في نهاية الأمر إلى تفكيك البناء الأرسطي بدون الإقدام على مواجهة صريحة لإثبات تهافت نظريات الفيلسوف اليوناني في الفلك. الهدف الذي قصد إليه جاليليو-بمعنى آخر-هو اطلاع من بيدهم زمام الأمور على أن التصور السائد-كما ذهب إليه أرسطو-حول أجسام سماوية كاملة. Perfect وكأنها أحجار كريمة، إنما هو تصور اقرب إلى الخيال الرفيع والخواطر الأدبية والفنية منه إلى حقيقة عينية أو استنتاج فلسفي متين.

غير أن جاليليو كان على خطأ حول استعداد رجال الدين من علماء ومفكرين لتقبل مثل هذه الأفكار البسيطة إذ كان يظن بأن الزمن والحجج كفيلان بتغيير وجهة نظرهم وأن منهج التدرج في الإفصاح عن حقائق الأمور هو أفضل منهج يؤدي الغاية التي سعى إلى تحقيقها. ولكن ما كل مجتهد يصيب، فها هم الرجال الذين ناصروه في أول الأمر يعيدون النظر من جديد في تأييدهم له ويراجعون أنفسهم مرة تلو أخرى حول النتائج الفلسفية الحقيقية التي تنطو التي يمر بها في عرض أفكاره ولم يتوان مناصروه عن إرشاده إلى أنجح السبل إلى عرض النظرية وشرحها. انظر ما كتبه إليه صديقه باولو غوالدو Paolo Gualdo في شهر مايو سنة 1612:

«فيما يتعلق بهذا الأمر حول دوران الأرض، فإنني لم أجد حتى الآن فيلسوفا

أو منجما يرغب في إقرار رأي سيادتك، كلا ولا رجل دين، (فاعمل) على التفكير جيدا قبل أن تنشر هذا الرأي جازما، لأن أشياء كثيرة يمكن أن تقال على سبيل المجادلة (العميقة) مما ليس من الحكمة أن يجزم (حولها)».
ولكن في الوقت الذي استلم فيه جاليليو هذا التحذير، كان قد اكتشف أمرا جديدا رأى من الواجب على أكثر الباحثين مكابرة وتعنتا أن يدرسه بعناية ويقف عنده وقفة تأمل ومراجعة. كان ذلك الاكتشاف هو مشاهدة البقع الشمسية، وعلم بأنها بقع على سطح الشمس ذاتها وإنها ليست أجساما سوداء تدور حولها كما كان الظن سائدا قبل ذلك بوحي من تعليم الأب شاينز. Scheiner. وبهذا الاكتشاف الجديد ثبت له إن الشمس تدور وليست ثابتة وكذلك ثبت له أمر جنوحها وخروجها على المبادئ المطلقة أو الأسس التي كان الرأي يقول بأنها ثابتة ولا تتخلف. لذا كتب إلى أحد أصدقائه يقول بأن هذا الاكتشاف الجديد، أي اكتشاف البقع الشمسية، سيكون بمثابة الجنازة لكل فلسفة كاذبة. وما عاد جاليليو إلى فلورنسا حتى عمل على نشر «رسائل حول البقع الشمسية» Lettres on the Solar Spots وذلك تحت إشراف الأكاديمية Accademic dei Lincei في سنة 1613 وكان نشر تلك الرسائل أول اعتراف صريح بأن النظرية الفلكية الجديدة التي قال بها كوبرنيكوس هي النظرية الصحيحة التي جاءت بالإكتشافات التلسكوبية لتؤيدها وتدعم حقيقتها.

أما وقد توالت خطابات التأييد لجاليليو وتعاقبت المناسبات التي يعلن بعض المفكرين فيها مناصرتهم لنظرياته واكتشافاته، فقد رأى الفرصة قد سنحت لكي يرمي بكل ثقله في هذا الميدان وظنا منه بأن الطريق صار مفتوحا لتحول جذري في أذهان الناس. لذا نراه يذكر في غمرة فرحه وزهوه وفي خاتمة رسالته الثالثة والأخيرة حول الشمس بان حركة كل من عطارد والزهرة تتطابق تماما مع النظام الفلكي الذي ذكره كوبرنيكوس، وهو نظام صارت تؤيده الآن-كما قال جاليليو-تيارات فكرية على نحو لا يجعل المؤيدين له يهابون الظلام بعد الآن أو يخشون عواصف التيارات الفكرية المضادة. أما الشيء الهام الذي يجب أن نذكره هنا فهو إن عواصف التيارات الفكرية المعاكسة التي ذكرها جاليليو كانت ما تزال قائمة آنذاك وأن قوتها ستكشف كم كان جاليليو مغاليا في تفاؤله وثقته بنفسه. لقد قام

القساوسة في أول هجوم صريح عليه وعلى أفكاره في الأسبوع الأول من شهر نوفمبر سنة 1613 وهو هجوم بدأه الأب الدومونيكاني لوريني. Lorini أستاذ مادة التاريخ الكنسي في فلورنسا. لقد انتهز الأب لوريني فرصة اجتماع الناس في مناسبة دينية خطب فيها خطبة شن فيها هجوما عنيفا ضد النظريات الفلكية الجديدة وتفوه أثناءها بعبارات قاسية إلى حد كبير. ولكن ما إن هدأت ثورة الرجل حتى كتب رسالة اعتذار يقول فيها بأنه لم يأت على ذكر العلم في خطبته، وإنما بدرت منه كلمة أو اثنتان حول مذهب (كوبرنيكوس) أو أيا كان اسمه وذلك أثناء مناقشة تمت بعد الخطبة وآثر فيها ألا يقف صامتا جامدا كخشبة لا حراك فيها.

حصيلة الأمر على أية حال هو أن موقفا متفجرا كان قائما وأن رجال الدين في سبيل ردة فعل يشنون من خلالها هجوما عنيفا على النظرية الفلكية الجديدة وعلى العلم الجديد وأصحابه. ولقد صدق حدس المناصرين لجاليليو أمثال سيجولي Cigoli بأن أمورا خبيثة وخططا لا يعلمون تفاصيلها كانت تحاك في الخفاء ضد جاليلو واكتشافاته. ولكن أيا كان حكمنا على سير الأمور وتطوراتها فإن الواضح هو أن أمرا كهذا كان متوقعا وأنه ليس غريبا أن يظهر رجال الدين تحفظا أو ردة فعل إذ ما تعلق الأمر بشؤون تمس مصالحهم. فمن ذا عسى أن يتشكك في تشبث رجال الكنيسة بمصالح محددة أكسبتهم على مرور أجيال، مكانة خاصة في المجتمع ؟ وهل من عجب أن يظهر رجال الدين حساسية بالغة تجاه أموال تصلهم أو حول مصالح معينة يتمتعون بها أو حول كتب تعالج نظام حياتهم أو عقيدتهم أو غير ذلك من شؤون تدور في المجتمع وتنظف مسالك الحياة فيه ؟ لا يمكن لأحد أن يتصور ابتعاد رجال الدين آنذاك عن البت في القوانين التي تضبط سير الحياة في المجتمع وتشريعاته ولا يمكن لأحد أن يتخيل ابتعاد رجال الدين عن منازعات الناس وعدم التدخل فيها، وكذلك لا يمكن لأحد أن يصدق سكوت رجال الدين على كل متشكك في قوتهم أو في عصمتهم عن الخطأ.

ولا تغني ردة الفعل العنيفة تلك أن جاليليو لم يكن يحسب للأمر حسابا، فقد كان يرقب عن بعد ما يدور في الفاتيكان ويرصد مجرى الأحداث في مناقشاته. نراه يكتب إلى الكاردينال كونتي Conti رسالة في يوليو سنة 1612

يقول فيها بأن تعاليم الكتاب المقدس تتعارض مع المذهب الأرسطي حول عدم قابلية السماء وأجسامها للتغير أو الفساد، ولما كانت تعاليم الكتاب المقدس مرجعا هاما لرجال الدين فإن الكاردينال كونتي أشار إلى احتمال وجود صلة وطيدة تربط تعاليم الكتاب بمذهب الفيثاغوريين حول دوران الأرض. غير أن نوعا خاصا من الحركة هو الذي كان يحظى باهتمام رجال الدين واحتمال تأييدهم له وهو ما يعرف ب «الحركة التقدمية». Progressive motion كذلك لا يغرب عن بالنا أن تأييدهم لذلك النوع من الحركة لا يعني عندهم أن دوران الأرض أمر يتفق مع تعاليم الكتاب المقدس وبالتالي فان نظرية دورانها غير مقبولة. فإن يكن رجال الدين قد ألمحوا إلى احتمال صواب النظرية الفلكية الجديدة فإن ذلك ظل مشروطا على أية حال. فها هو الأب كونتي نفسه يضيف بأن احتمال قبوله بالرأي السالف محكوم بوجود ضرورة قصوى تستدعي الأخذ بذلك الرأي وإلا فان كل رأي جديد باطل ولا يعتد به. الملاحظة الهامة هنا-على أية حال-هي أن السلطات الكنسية كانت ستعير اهتماما وستصغي لمن يتقدم إليها بأمر يظن رجال الدين أن الأخذ به يشكل ضرورة قصوى. وهذا الاستعداد الذي أبداه رجال الكنيسة هو ما حفز جاليليو على المضي قدما في خطته التي رسمها. إذ ما إن استشعر أن هنالك ثغرة يمكن أن ينفذ منها ليعرض على الناس آراءه ونظرياته حتى رأيناه يسعى إلى تحقيق هدفه معتمدا على مرونة رجال الدين في روما وغير عابئ بالتيارات المعادية لنظرياته وأفكاره في فلورنسا.

غير أن أمرا واحدا فات على جاليليو أن يحسب حسابه، ذلك أنه لم يكن يعلم بان عينا كانت ترصد نشاطه. فلم يدرك جاليليو أن الكاردينال بيلارمن-وهو رئيس علماء اللاهوت-كان ينظر إليه بحذر ويرقب تحركاته جميعها-لقد سمع بيلارمن الكثير عن جاليليو وآرائه، كما أنه لم يستنكف النظر من خلال التلسكوب ليعلم حقيقة الأمر، ولكنه مع ذلك يفكر بما تنطوي عليه آراء جاليليو من مضامين لها أبعاد خطيرة لعل أولها نظريات كوبرنيكوس وأفكاره. ولم يكن بيلارمن على علم أكيد بما ستسفر عنه الأحداث في المستقبل أو بما سيجلبه الأخذ بالنظرية الفلكية الجديدة ولكنه كان حتما رجلا حذرا ومترددا في قبول ما يستجد في دنيا الأحداث من جديد وابتكارات تظهر بين حين وآخر. وما إن نظر هذا الكاردينال في

أمر النظرية الجديدة حتى رأى إنها خلقت بالفعل ضجة في صفوف رجال الدين ما انفك أثرها يزداد يوما بعد يوم. لقد رجع الرجل-أي بيلارمن-إلى الوراء ست عشرة سنة ليتذكر بان من أصعب المواقف التي مرت به هو الموقف الذي اضطر بموجبه أن يصيغ القرار الذي أودى بحياة جيوردانو برونو. ولكن ماذا عساه كان يفعل ليبقي على حياة برونو. لقد ظل برونو حتى آخر لحظة في حياته معاديا للكنيسة ومتمسكا برأيه دونما خوف من رجالها أو رهبة من معاداة الكتاب المقدس وتعاليمه. وهل تختلف نظريات جاليليو كثيرا عن نظريات الفيثاغوريين في سماتها العامة، أو هل ابتعد في منهجه كثيرا عن منهج برونو؟ الجواب لا، بل الأدهى-بالنسبة لرجال الكنيسة- أن نظريات جاليليو جاءت بأدلة علمية جديدة تدعم آراءه وتوطدها.

يعلق سانتيلانا على جملة الظروف التي أحاطت بالنظرية الفلكية آنذاك فيقول بأنه ربما كان جاليليو بحاجة آنذاك إلى عقلية فذة ورياضي كبير كنيوتن الذي لم يكن قد ولد بعد. كل ما كان بين يديه هي آراء كوبرنيكوس المبتكرة. نعم كان كيبلر-رجل الفلك الشهير-موجودا، ولكن هذا الأخير كان رجلا خياليا أحيانا، عدا كونه بروتستانتيا، فلا أفكاره يمكن أن تكون مقنعة تماما ولا مذهبه ينظر إليه بعين الرضا قبل الكاثوليك أصحاب الحل والعقد. لقد كان جاليليو بحاجة إلى جملة مبادئ طبيعية مقامة على أسس راسخة لكي يواجه بها خصومه من أتباع النظريات التقليدية ولأنه لم يلجأ إلى استخلاص حججه من الخبرة والتجارب العامة التي يقنع بها الإدراك العام فإنه كان بالفعل بحاجة إلى مبادئ فيزيائية قوية تزيد قوة إقناعها على قوة إقناع المبادئ العامة التي أقيم عليها علم الفلك آنذاك. لم يكن جاليليو يريد أن يقال عنه بأنه واحد من (أولئك الرياضيين الذي يتقدمون بادعاءات حول نظريات طبيعية بينما هم أنفسهم (جاهلون) بالفلسفة.» وربما كان ذلك هو السبب في إصراره على أنه قد صرف من عمره سنين على دراسة الفلسفة اكثر مما صرف من عمره شهورا على دراسة الرياضيات. على أية حال يجب أن نعترف بأن معارضيه كانت حجتهم قوية إلى حد كبير، فلم تكن نظريات الفلكيين لتشكل أهمية من الناحية الفيزيائية الطبيعية باعتبار أن عبقرية الفلكيين القدماء تكمن في عرضهم للمشكلات الفلكية في صيغ رياضية مجردة فحسب. أما كوبرنيكوس-كما نما إلى

سمعهم-فإنه قد طرح أفكاره على أنها تمثل حقائق طبيعية لا يمكن إنكارها. كيف تمكن كوبرنيكوس أن يعالج أفلاك التدوير epicycles التي أظهرها في خطوط بيانية ؟ ربما ذهب في ظنه أن قوة خاصة أو عناية إلهية تضمن للدوائر المجردة أن تتحرك من تلقاء ذاتها. ولقد كان كوبرنيكوس يظن ذلك بالفعل إذ لم يكن بوسعه أن يأتي بتفسير أكثر من ذلك وكان أن ترك مهمة التفسير للاحقين عليه.

لقد ظلت معلوماتنا عن السماء وما يدور فيها محدودة-كما يقول سانتيلانا-حتى باستعمالنا للتلسكوب، فهل يستدعي الأمر أن نطيح بكل التقاليد والمخلفات التي انحدرت إلينا أبا عن جد، وهي عادات وتقاليد وأفكار تفسر-أو هكذا كان الناس يظنون على أية حال-لنا كل شيء في الطبيعة والحياة والروح، لأجل أن نلقي بأنفسنا في متاهات كثيرة ولمجرد أن رجلا ظهر على الناس بأنبوبة طويلة فيها عدستان ؟ يبدو أن المشكلة لم تكن هينة على الإطلاق، إذ من الممكن أن نفهم الورطة هذه على ضوء المشكلات التي نعايشها في حياتنا الحاضرة. فما كان علم الفلك ولن يكون علما مطلقا وكأنما كل نظرية تعبر عن حقيقة خالدة أبد الدهر، بل الحق أنه علم احتمالي ومن الأنسب لهذا العلم أن يظل كذلك. فليس من طبيعة هذا العلم أن نجزم تماما بصدق نظرية فلكية وإنما نأخذ بالنظرية أيا كانت طبيعتها بموجب اعتبارات عملية ولكون المعطيات التي بين أيدينا لا تقوم دليلا على كذبها أو بطلانها لقد رأى جاليليو نفسه أن هذه هي طبيعة علم الفلك ؟ لأن معرفتنا ليست مطلقة ولأن المستقبل سيكشف لنا كم كنا نجهل أمورا كثيرة وغني عن البيان أن نظرية فلكية جديدة في ذلك العصر من شأنها أن تقلب موازين الأمور وتؤثر في علاقات الناس بعضهم ببعض وفي نظرة الناس الروحية وغير ذلك كثير. نعم ربما لا يكون لنظرية جديدة في عصرنا الحاضر أثر عظيم على حياة بعض الشعوب أو على نظرتها إلى الله والمقدسات لأن حياتها قائمة بالأساس على قاعدة بعيدة عن الروحية وعلى مبادئ لا تمت إلى المقدسات بصلة، ولكن ما هكذا كان حال المجتمع الذي عاش فيه جاليليو في ذلك العصر.

كان جاليليو يشعر بحرج موقفه، إذ كانت له فلسفته الطبيعية الخاصة به وهي التي رأى إنها تجيب على أسئلة محيرة كثيرة ولكن فلسفته تلك

كانت كلها محصورة في علم الديناميكا عنده ولم يكن بوسعه أن يلجأ إلى ميادين أخرى يثبت من خلالها صدق نظرته إلى الأمور. فقد كان يحس في نفسه قدرة على إثبات أن حركات الأجسام في السماء تخضع لنفس القوانين التي تخضع لها حركات الأجسام على الأرض. ولقد كان يقدر على إثبات أن تلك القوانين هي رياضية لأن قوانين الطبيعة قد تمثلت في معادلات رياضية لا في جمل تقريرية Predicative Sentences أو توكيدية بحيث تكون للأسماء مسميات عينية وللصفات خصائص أو كيفيات.

الخلاصة إذن هي أن جاليلو كان بحاجة إلى علم فيزيائي منظم لكي يستطيع إثبات حجته ودعم آرائه، ولذا فقد أصبح العبء عبأين. كان النظام القديم كله في خطر عظيم وربما ليس أدل على ذلك من تكتل كافة القوى المعارضة للنظام الفلكي الجديد وتشكيلها جبهة مضادة. وكانت تلك الجبهة على استعداد لفعل أي شيء والدخول في خصومات كثيرة لأجل المحافظة على تقليديتها التي درجت عليها. كانت أول خطوة استهدفتها جبهة المعارضة تلك هي النيل من جاليليو في محافل البلاط، حيث يتمتع جاليليو نفسه بمودة وشعبية عاليتين، وهكذا كان. ففي مارس سنة 1613 وبينما كان بعض أفراد البلاط يتناولون العشاء أثارت زوجة الدوق الكبير مدام كريستينا لورين.MDdamd Cristina of Lorraine موضوع النظرية الفلكية الجديدة وتشككت فيما إذا كان كوبرنيكوس متدينا أو ما إذا كانت أفكاره متسقة مع تعاليم الكتاب المقدس. وكان حديث السيدة كافيا لاستثارة الأب كاستيلي-عالم اللاهوت-الذي عمد إلى الرد عليها. وما إن علم جاليليو بما دار من نقاش حول النظرية الفلكية الجديدة حتى رأى أن موقفه يحتم عليه اتخاذ خطوة جادة وأن يطرح رأيه بصراحة في الموضوع. جاءت مبادرة جاليليو في الرد على خصومه على شكل رسالة عنوانها «رسالة إلى كاستيلي» وذلك في ديسمبر سنة 1613 يؤكد فيها أنه على الرغم من قدسية الكتاب المقدس إلا أنه كثيرا ما فهمت عباراته على إنها مجازية كما هي حال العبارات التي تنسب إلى الله يدا أو تصور السماء خيمة. ومن هنا ذهب جاليليو إلى أن الواجب يقتضي النظر في هذه العبارات وأمثالها بقصد إدراك حقيقتها ولأجل إقامة الاتساق بين ما يقول به الكتاب المقدس وبين حقائق العلم. بمعنى آخر نقول بان جاليليو كان يشدد على قدسية الكتاب المقدس وأنه

حق لا باطل وإن جاءت بعض العبارات فيه على سبيل المجاز لا عل سبيل الحقائق العينية. ولما كانت تلك العبارات مجازية فإنه لا مناص من البحث عن المعاني الحقيقية التي تشير إليها، أي أن الفهم هنا لا يدور حول المعنى الحرفي للعبارات أو ما يدل عليه ظاهر النص بقدر ما يكون الفهم مستتبطا من ظاهر العبارات نفسها. أما المعنى الخفي لظاهر النص فهو العلم ذاته وحقائقه. أما وقد جاءت بعض العبارات في الكتاب المقدس على سبيل المجاز فإنه لا يحق-بموجب هذا الرأي-لأي أحد أن يدعى معرفة بالأمور على حقيقتها دون آخر أو أن تدعي طائفة أن صريح النص في الكتاب المقدس يطيح بكل ما عداه. فمن ذا يستطيع أن يضع حدا لعقل الإنسان ؟ ومن ذا يجرؤ على التأكيد بأننا نعرف كل ما ينبغي أن يعرف ؟ لذا كان الأصوب ألا نحمل العبارات المتعلقة بالإيمان أكثر مما تحتمل).. . خاصة إذا أتت الدعوة (إلى فهم العبارات في الكتاب المقدس على هذا النحو) من أناس يمكن التشكك في أنهم يتحدثون بتأثير وحي من السماء، بينما نرى بكل وضوح بأنهم جاهلون تماما بالفهم اللازم.. .. .. .. لإدراك الإثباتات التي يقدمها العلم. فالكتاب المقدس (يتناول) الأمور الطبيعية بسطحية وتلميح كما لو كان يريد تذكيرنا بأن مهمته لا تتعلق بهذه (أي القضايا الطبيعية) وإنما تتعلق بالروح، وإنه إذا ما تعلق الأمر بالطبيعة، فإنه يرغب في تطوير لغته (لكي تتناسب) مع عقول الناس البسيطة.

يأتي جاليليو بعد ذلك على مثل يوضح به ما يعني فيذكر بأن ما يشير إليه الكتاب المقدس حول يوشع وكيف انه أوقف الشمس في ارض الجيبون. Gibeon وغيرها من أعمال خارقة لا يمكن أن تفهم بمعناها الحرفي فتؤخذ العبارات كما لو كانت تشير إلى حقائق عينية أو وقائع حدثت بالفعل، إذ إن فهمنا للعبارات على هذا النحو يتناقض. تماما مع فهمنا لمركزية الأرض في نظام الفلك القديم. heliocentric system ذلك إن هذا النظام-الذي قال به بطليموس-يقر بأن الحركة اليومية للشمس والكواكب والنجوم جميعا قائمة بفعل «الحركة الأولى». premum mobile، لذا يتعذر فهم ما يذكره الكتاب المقدس حول يشوع إذا ما أخذنا النصوص الحرفية فيه على أنها تدل. على حقائق علمية أو وقائع حدثت بالفعل. فلا يمكن فهم إيقاف. الشمس-إذا أخذت النصوص بحرفيتها-إلا في ضوء إيقاف تام. للحركة

الأولى كلها وهذا مستحيل وإلا فسد نظام الحركة في الكون غير أن للموضوع جانبا آخر وهو أنه متى ما أخذ الناس بالنظام الفلكي الذي قال به كوبرنيكوس فإنه يمكن حتى للمتزمتين الذين يصرون على أن يفهموا عبارات الكتاب المقدس فهما حرفيا أن يتصوروا إيقاف حركة الشمس دونما إشكال منطقي وذلك أنه متى فهمت حركة المجموعة الشمسية على أنها حركة كواكب تدور حول مركز لها وهو الشمس وأنها إنما تتخذ لها مسارات محددة بفعل الشمس نفسها فإنه يمكن إيقاف يوشع للشمس على إنه إيقاف للنظام الشمسي بكامله لمدة من الزمن من غير أن يختل النظام وبدون أن يطرأ تغير على الأبعاد النسبية للكواكب بعضها وبعض. نعم إن هذه الحجة التي يقول بها جاليليو هي أقرب إلى الجدل منها إلى الحقيقة العلمية ولكن ما حيلته إزاء جماعة من الناس مولعين بالجدل ؟ الحقيقة أن جاليليو قد أظهر براعة عجيبة وحكمة عظيمة في اختياره منهجا دقيقا لطرح أفكاره وإعلان نظرياته. فلقد مال إلى السفسطة والمطارحات الفكرية عندما شعر أن خصومه يحبون الجدل وحجة الحديث.. فلم يعمد إزاء هذه الردة الجديدة وإزاء محاولات خصومه للنيل منه إلى شواهد العلم ورموز الرياضة بل عمل إلى إظهار تهافت النظرية الفلكية القديمة لكونها لا تتناسب مع ما جاء به الكتاب المقدس ثم عمد إلى طرح بديل يكون أقرب إلى المنطق السليم ويتناسب إلى حد ما مع عبارات الكتاب المقدس.

غير أن النتائج جاءت على عكس ما توقع ؟ إذ ما إن طرح أمثلة من الكتاب المقدس ودعا إلى بحث العبارات فيه على نحو مجازي حتى أشاع خصومه أنه طعن في صحة ما جاء به الإنجيل وأنه صار يخوض في الأمور الدينية من غير حق. لذا دعاه صديقه سيسي. Cesi إلى التزام الحذر وطلب منه تحاشي الإعلان عن أفكاره صراحة لأن أعداءه يتربصون به وصاروا يسعون إلى تأليب الناس عليه وإثارتهم. بيد أن جاليليو آثر المغامرة على سماع النصيحة ورأى أن يلقي بكل ثقله في هذا الجو المضطرب عسى أن يتبدل الحال إلى حال جديد. لذا لجأ إلى الوسطاء لعلهم يشفعون له ويعينونه على ما هو مقدم عليه، فكتب في فبراير سنة 1615 رسالة إلى صديقه المسيو ديني Monsijnor Dini وألحقها برسالة أخرى في شهر مارس من السنة ذاتها يسأله فيها أن يعرض أفكاره على علماء الرياضة اليسوعيين

وعلى الكاردينال بيلارمن بل وعلى البابا نفسه إذا كان ذلك ممكنا. الأكثر من ذلك أن جاليليو قد أرفق خطابه إلى صديقه بنسخة من «رسالة إلى كاستيلي» وهي الرسالة التي عرض فيها رأيه حول مجازية العبارة في الكتاب المقدس كما شرحنا ذلك آنفا. توالت رسائل جاليليو بعد ذلك واحدة بعد أخرى وصار يشرح فيها أبعادا جديدة لأفكاره ونظريانه، فهو-كما يقول-قد كتب «رسالة إلى كاستيلي» على عجل، ولما كانت هذه تتضمن أفكاره باختصار فان ما استجد من أمور قد فرض عليه أن يشرح ما كان مختصرا ويفصح عما كان غامضا. وعلى الرغم من أن جاليليو قد صرف اهتماما كبيرا لفكرة عرضها عليه صديقه ديني وهي أن يقنع بقبول الكنيسة للنظرية الجديدة-أي نظرية نظام الفلك الذي مركزه الشمس-وإقرارها بصحتها من الوجهة الرياضية فحسب، أقول إنه على الرغم من اهتمام جاليليو بهذه الفكرة فإنه كان يسعى إلى اكثر من ذلك، إذ طالما كانت المعطيات التي بين يديه تشهد بصحة النظام الفلكي الجديد فإنه ليس هناك ما يمنع من التأكيد على حقيقة هذا النظام من الناحيتين الرياضية والفيزيقية معا، أي من الناحيتين النظرية المجردة والواقعية العينية على حد سواء.

أراد بيلارمن أن يعرف رأي جاليليو حول موضوع ورد ذكره في «المزامير» فطلب من ديني أن يستشف رأي جاليليو فيما ورد ذكره في الكتاب حول حركة الشمس، هنا رأى جاليليو أن الإجابة حول هذا الموضوع تحتم عليه التعرض لبعض النصوص الدينية لا لأجل أن يعرض رأيه أمام الناس والعامة بل أن يطرح الرأي على المتخصصين من أهل الرأي في السلطة الكنسية. لقد كان يعلم أن المشاعر تحرك عامة الناس وأن الأهواء والعواطف تتحكم بسلوكهم، فلم يشأ أن يعرض الأمر عليهم لأنهم ليسوا محل النظر في الأمر من ناحية ولا هم ممن ينهجون الموضوعية في أحكامهم من ناحية أخرى. لذا أراد جاليليو أن يناقش المتخصصين ويقرع الحجة بالحجة حتى يظهر الحق ويزهق الباطل في نهاية المطاف. نعم كان يريد أن تقتصر دائرة البحث في العلم على من له معرفة بهذا الميدان ولو أنه كان يشعر في قرارة نفسه بأن الدلائل التي توالت عليه حول صحة النظرية الفلكية الجديدة كانت من القوة والوفرة والوضوح بحيث تجعل أكثر المتعنتين صلفا يقر بحقيقتها.

رأى جاليليو أنه من الأفضل إيجاد صيغة جديدة تلائم بين ما جاء به الكتاب المقدس وبين النظريات الحديثة حول القوى الطبيعية، كالحرارة والضغط، وأشار إلى أن ذلك لا يتم إلا متى اعتبرنا الشمس مصدرا لتلك القوى، وذكر أن لا مناص من افتراض وجود قوة أولية سرت في الكون كله في أول تاريخه تماما مثلما ذكر الكتاب المقدس من أن النفس. Spirit سرت على سطح المياه، وذلك قبل أن توجد قبة السماء ذاتها. ويذكر الكتاب المقدس عن الله بأنه خلق النور والشمس وكأنما النور شيء والشمس شيء آخر وأن النور سابق-بموجب هذا الفهم-والشمس لاحق. ويرى جاليليو أن هذا الرأي-أي تقدم النور على الشمس بالزمان-أمر اتفق عليه الحكماء منذ القديم إلى العهد الذي جاء فيه ديونيسيوس. Dionysius كما يبدو أن هناك اتفاقا بين أولئك على أن الضوء هو المصدر وأنه كان أول أشكال القوة السارية في الكون. وطبيعة الضوء أو النور-بموجب هذا الفهم-تعادل طبيعة الله الخالق وقوته.

أما وقد كانت إشارة بيرمن متعلقة بما ورد في الفقرة 19 من كتاب المزامير، فان جاليليو لم يشأ أن يتحاشى الرد على استفساره، بل ذهب إلى معالجة النص ذاته ولكن بموجب فهم علمي وميتافيزيقي جديد. فماذا يقول النص أولا وماذا يعقب عليه جاليليو وكيف فهمه. ثانيا يقول النص:

«السماوات تقص قصص جلال الله
والقبة تنبئ بما خلقت يداه
النهار يحدث النهار بخبره
والليل ينقل لليل نبأه
ولا حديث ولا كلام
ولا صوت يسمعه الأنام
بل سطور للأرض جميعا بارزة
وكلمات إلى أقاصي الدنيا بينة
في العلياء أنشأ للشمس بيتا وهي
كالعروس تبدو من خدرها
جذلة إنها تجرى
جريئة في ضوطها

تطلع من أحد طرفي السماء
ولشوطها عند الطرف الآخر انتهاء
ولا شىء يحرم دفأها.
شريعة الله كاملة
إليها النفس ساكنة
آيات الله صادقة
للبسطاء حكمة»

والآن ما رأى جاليليو بهذا النص وعلى أي نحو عرفه ؟ قلنا بأن بيلارمن قد سعى إلى معرفة رأي جاليليو حول ما ورد في النص السابق عن حركة الشمس، إذ إن الفهم السائد عند رجال الكنيسة هو أن الشمس تخرج من خدرها وتجري جذلة من طرف في الكون إلى طرف آخر، لذا رأوا-بموجب هذا النص-أن للشمس حركة. وهم إنما ذهبوا إلى ذلك لأن هذا التفسير يتفق مع نظريتهم الفلكية التي تقول بأن الأرض مركز الكون وأن الشمس والكواكب جميعا تدور حولها. أما تفسير جاليليو للنص السابق فهو: أنه لما كانت الشمس هي موطن قوة الله فإن تلك القوة-كما تصورها جاليليو-تتمثل في ما تشيعه الشمس في الكون من ضوء وحرارة أو فيما يصدر عنها من دفء ونور يسريان في الكون جميعا ويخصبان كل شيء فيه. وعلى ذلك فقد رأى جاليليو أنه من الأنسب أن ننظر إلى الضوء والحرارة اللذين ورد ذكرهما في النص السالف على أنهما المعنيان بالعروس التي تبدو من خدرها جذلة.. .. تجري جريئة في شوطها لا أن يكون المعنى بذلك هو الشمس. بمعنى أوضح نقول بأن جاليليو يحاول أن يفصل فصلا تاما بين الضوء والحرارة الكامنين في داخل الشمس وبين الشمس ذاتها التي هي أشبه ما تكون بالمسكن الذي تكمن الحرارة والضوء فيه. ولقد أتى جاليليو بحجج كثيرة يدعم بها رأيه هذا على الصعيد العلمي والميتافيزيقي. هو يقول مثلا إنه لما تحدث النص السابق عن عروس جذلة. فإن ذلك يعني قيام نوع من الحركة وهي الحركة أو السرعة العظيمة التي ينفذ الضوء والحرارة بموجبها في أرجاء الكون كله. أما الشمس وهي التي صورها التشبيه السالف على أنها مسكن فإنها ثابتة لأنه ليس من طبيعة المسكن أن يتزحزح من مكانه أو يجري مسرعا.

لعله أصبح واضحا الآن قيام تعارض بين بيلارمن وبين جاليليو في تفسير النص الذي سبق ذكره، إذ في الوقت الذي يذهب فيه بيلارمن إلى أن الشمس تجري بموجب ما درج عليه العرف السائد في الكتاب المقدس وفي ضوء النظرية التي تأخذ بمركزية الأرض ودوران الشمس والكواكب حولها، أقول انه في الوقت الذي ذهب فيه القديس بيلارمن إلى هذا الرأي نرى جاليليو يقول-بموجب النظرية الفلكية الجديدة-بأن الشمس هي المركز، وإن ذلك يحتم علينا النظر إليها على أنها ساكنة بالقياس إلى ما يدور حولها من كواكب.

ولكن هل يسكت رجال الدين عن نظرة إلى الأمور بعيدة عن نظرتهم، وهل يرضون بتصورات ميتافيزيقية لا تتسق مع ما جرى عليه العرف السائد آنذاك ؟ الجواب لا بطبيعة الحال. إنه مهما كانت حجة جاليليو بالغة في ميدان العلم فإن ما جاء به من نظريات إنما يعد بدعة وما نطق به لسانه ما هو إلا كفر وإلحاد. لقد يكون جاليليو محبا لله في قرارة نفسه ومخلصا لتعاليم الكتاب المقدس على النحو الذي يفهمه به، بل ولقد يصلي الليل والنهار ويذكر الله كثيرا، ولكن ذلك شيء وما جرى عليه العرف السائد بين الناس شيء آخر، أو قل بأن التجربة الصوفية الذاتية-إن جاز هذا التعبير-في كفة وتعاليم الدين التي جرى الناس على اتباعها وباركتها الكنيسة في كفة أخرى. إذن الكلمة الأولى والأخيرة هي للكنيسة بلا شك، ولا يحظى برضاها إلا من التزم بالتقاليد التي انحدرت إلى الناس منذ القديم. وأي دليل أبلغ على ذلك من المحاكمة الشهيرة التي أجراها مجلس الكنيسة لجاليليو وهي التي فرضوا عليه فيها أن يقول ما لا يؤمن به ويعلن-عن غير اقتناع منه-تهافت نظرية فلكية جديدة تسندها أدلة علمية وبراهين كثيرة.

الباب الثاني
العوامل الفكرية في نشأة العلم الحديث

3 أثر الرياضيات في نشأة العلم الحديث

نأتي الآن على رأي أدون بيرت. Edwin A. Burtt الذي ذهب إلى معالجة جانب هام يتعلق بمولد النظرية الفلكية الجديدة. فهو يسأل عن الأسباب التي أدت بكوبرنيكوس وكبلر إلى تصور نظام فلكي مركزه الشمس-على عكس ما كان شائعا-من غير أن تكون لديهما شواهد تجريبية تكفي لإثبات حججهما وتصوراتهما. الجواب يكمن في حركة تطوير الرياضيات آنذاك وكيف أن آراء أفلاطون حظيت باهتمام اكبر مما كان لها في السابق.

ها نحن نراه يسأل عن المبرر الذي قد يستند إليه مفكر معاصر لكوبرنيكوس حين يرفض الفرضية الخاصة بالنظرية الفلكية الجديدة ويعلن معارضته لها بحجة إنها فرضية لا تستند إلى دليل حسي أو شواهد تجريبية. نعم لقد درج بعض المؤرخين على القول بأن معارضة تلك الفرضية لتعاليم الكتاب المقدس هي السبب في ابتعاد الناس عن الأخذ بها. ويرى بيرت أن ذلك صحيح إلى حد كبير إذ لا أحد ينكر أن رجال الدين أبدوا معارضة تجاهها، ولكن ذلك لا يعني أن الحقيقة كلها تكمن

في هذا القول على نحو مطلق. نعم كانت تعاليم الكتاب المقدس تعارض النظرية الفلكية الجديدة، ومن المؤكد أن ردة فعل رجال الكنيسة كانت متذبذبة حولها ولكننا كثيرا ما ننسى في اقتصارنا على تفسير كهذا ردودا علمية كان يمكن أن تساق ضد النظرية الجديدة. هنا يأتي السؤال التالي: ماذا عسى أن تكون الاعتراضات الأخرى التي طرحت ضد النظرية الجديدة؟

نقول بادئ ذي بدء إن الفكر السائد آنذاك كان يأخذ بنظام الفلك عند بطليموس، وأن ذلك النظام قد حوى-كما كان الناس آنذاك يتصورون-كل الظواهر الفلكية وحسب لكل شيء في السماء حسابا. أما ما زاد على ذلك فإن البحث فيه كان يحتاج لأجهزة متطورة وأسلوب في البحث جديد. لقد كان نظام بطليموس وما تلاه من تعديلات أدخلت عليه فيما بعد قادرا على التنبؤ بوقوع الأحداث الفلكية على نحو دقيق لا يقل عن دقة التنبؤ ذاتها في نظام كوبرنيكوس. فما الذي يدعو الناس بعد ذلك إلى التخلي عن نظام ظل يناسب حياتهم قرونا طويلة ويأخذون بنظام فلكي جديد لا يعرفون من أمره شيئا ؟ ومن ذا عسى أن يستبدل نظرية تقليدية ومناسبة بنظرية حديثة اللهم إلا إذا كان هناك خير يرجى من نظام جديد ودقة أكثر في ميدان التنبؤ بوقوع الأحداث أو منطقا أفضل في تفسير الظواهر الفلكية أو فائدة علمية تعود على الناس بالخير.

كذلك يمكن القول-في المقام الثاني-بأن الملاحظات الفلكية كانت تعتمد على حاسة البصر المجردة وكان كل ذلك يتفق مع مذهب بطليموس القديم، ولكن لما كانت قوة حاسة البصر محدودة أصلا فان النتائج بدورها كانت محدودة. لم يكن التلسكوب قد اخترع بعد، ولم تكن البقع الشمسية قد اكتشفت، ولا كانت منازل كوكب الزهرة قد عرفت، كلا ولا ظهرت حقيقة سطح القمر بعد وعلى العموم لما كانت الحواس والنظر بالعين المجردة هي وسائل المعرفة آنذاك فقد كان الرأي السائد أن الأرض جسم صلب وثابت بينما يحيط بها هواء لطيف وشفاف يسمونه «الأثير». كذلك ساد الرأي بأن الأرض كبيرة الحجم بالقياس إلى الأجسام السماوية التي كان يعتقد بأنها تدور حولها.

ويرى بيرت في المقام الثالث أن الملاحظات العابرة وعمليات الرصد التي اعتمدت الحواس أداة لها قد أفضت إلى قيام بناء فلسفي متكامل

للطبيعة وجد الناس فيه إجابة مقنعة لشتى الأمور المتعلقة بالإنسان والكون وحركة الأجسام في السماء. وكانت أفكار الناس آنذاك مسايرة إلى حد بعيد لنظريات الأقدمين حول طبيعة الأجسام، إذ كانت الموجودات جميعا تفسر في ضوء العناصر الأربعة التي قال بها الإغريق وهي التراب والهواء والماء والنار. ولما كانت هذه العناصر تتفاوت من حيث الشرف والخسة فان سمو الأجسام ورفعتها أو خساسة طبيعتها تعتمد على تفاوت النسب التي تتركب منها.

أما الملاحظة الرابعة فهي أنه كانت لدى الناس بعض الاعتراضات حول النظرية الفلكية الجديدة في ضوء المعطيات العلمية والملاحظات الفلكية. التي كانت متوافرة لديهم آنذاك، وهي اعتراضات لم تكن النظرية الجديدة قادرة بالفعل على دحضها أو إعطاء تفسير شاف لها. فما قولك مثلا في فرضية عويصة تقول بأنه إذا صحت النظرية الكوبرنيكية فانه إذا أطلق جسم في الفضاء عموديا فإنه لا محالة ساقط إلى الغرب قليلا من نقطة انطلاقه. هذه مثلا فرضية خاطئة وهناك عدا هذه كثير من الفرضيات والنظريات التي لم يتسن دحضها إلا بعد أن أرسى جاليليو قواعد علم الميكانيكا الحديثة. على أنه ظلت هناك إشكالات لم يتسن لجاليليو نفسه أن يحلها. كان هناك مثلا اعتراض هام على النظرية الفلكية الجديدة مفاده أن كوبرنيكوس يقول بحدوث تغير ظاهري في مواقع النجوم الثابتة كل سنة annual Parallax of the fixed stars وأن هذا التغير الظاهري راجع بالأساس إلى اختلاف موقع الأرض اختلافا يقدر بحوالي 168 مليون ميل كل ستة أشهر. والحق أنه لم تكن عند جاليليو إجابة شافية عن هذا الاعتراض، ولا كانت لديه أجهزة تمكنه من تحري الأمر على حقيقته. نعم كان التلسكوب بين يديه ولكن ذلك لم يكن كافيا، وحسبنا أن نعلم بأن حقيقة هذه الفرضية لم تكتشف إلا في سنة 1838 وذلك لأن عدم رصد مثل هذا التغير الظاهري في ذلك العصر يعني-إذا صحت نظرية كوبرنيكوس- ضرورة افتراض مسافات عظيمة جدا للنجوم الثابتة وهي مسافات استعصى على الكثير من الباحثين في علم الفلك إدراكها أو تصورها حينذاك. من هنا رأى بيرت أن الاعتراضين السالفين يشكلان جانبا واحدا من جملة اعتراضات علمية صحيحة لم يكن العلم التجريبي آنذاك قادرا على دحضها

أو تفسيرها.

إذ إزاء كل هذه الاعتبارات رأى بيرت أنه يصعب القول بأن الدين وحده هو الذي وقف موقف العداء تجاه العلم، إذ حتى لو لم تكن هناك اعتراضات أو تردد من جانب الدين في قبول النظرية الكوبرنيكية فان كثيرا من المفكرين- وخاصة أولئك الذين اعتادوا الاعتماد على الملاحظة والتجربة في أحكامهم- ينظرون إليها على أنها خيال جامح أو ربما ثمار لم يحن زمن قطافها على أقل تقدير. من ذا يرضى منهم بترك نظام فلكي شاده علماء كبار وشهدت على صحته حساباتهم وعمليات رصدهم في مقابل نظام فلكي جديد اعتمد الرياضيات منطلقا أساسيا بدلا من الملاحظة والرصد المباشر ؟ ثم ومن غير أن تستهلك جهدا إضافيا تحقق فيه غايتها. غير أنه لو صح أن الناس ينظرون بموضوعية إلى الأمور لحق عليهم ا أن يستبدلوا ذهب بيرت بعد ذلك إلى أن الملاحظة والتجربة وكل الوسائل التي نستخدمها اليوم في حياتنا تلعب دورا هابا في تشكيل الصفة التي تغلب على علمنا المعاصر، فعلم اليوم هو علم تجريبي أو «امبريقي». ولم يتوان بيرت عن القول بأن موقف علماء اليوم-لو كتب لهم أن يعيشوا زمن جاليليو-لن يختلف عن موقف علماء ذلك العصر إزاء النظرية الكوبرنيكية ورفضهم لها.

والآن لماذا خرج كوبرنيكوس على الناس بنظرية جديدة ظن أنها تترجم حقيقة العلاقة بين الأرض والأجسام السماوية ؟ أما وقد كانت هناك نظرية قديمة-وهي نظرية بطليموس-تدعمها شواهد تجريبية وملاحظات عديدة، فإنه لا بد أن تكون هناك بواعث هامة أدت بكوبرنيكوس إلى صياغة نظريته الجديدة. ويرى بيرت أنه لو تسنى لنا أن نقع على الدوافع التي حدت بكوبرنيكوس إلى فعل ذلك فإننا سنقع بالفعل على قطب الرحى أو الأساس الهام الذي تقوم عليه فلسفة العلم الطبيعي الحديث. لعل السر يكمن فيما فصح عنه كوبرنيكوس من أن «أفكاره قد استقطبت حقائق علم الفلك وعبرت عنها من خلال نظام رياضي أسهل وأكثر اتساقا مما كان قائما في النظام السابق». ولكن على أي نحو كانت أفكار كوبرنيكوس سهلة وأكثر اتساقا ؟ الجواب يكمن في أن أفكاره استبدلت بنظام بطليموس في الفلك-وهو النظام الذي كان يعتمد على ما يقرب من ثمانين فلكا تدويريا epicycles نظاما يشتمل على ثلاثة وأربعين فلكا. فالنظامان إذن مختلفان

والمنهجان متباينان وكذلك قل في النتائج التي تترتب على الأخذ بنظام دون آخر. إن المبادئ التي اعتمدها كوبرنيكوس في نظريته الجديدة تؤدي بالضرورة إلى القول بحركة للأرض على خلاف ما قال به بطليموس. أما أن نظرية كوبرنيكوس أكثر اتساقا من نظرية سلفه فإن ذلك واضح من شمولها لمجموعة كبيرة من الظواهر الفلكية واستيفائها لشروط تفسيرها. فالشمس بموجب النظرية الجديدة هي المركز أما الظواهر الخاصة بها وبما يدور حولها من كواكب فإنه يمكن التعبير عنها من خلال دوائر أو مسارات تكون مراكزها متحدة مع مركز الشمس Concentric circle around the sun ولا يشذ عن هذه القاعدة إلا القمر. والآن ما وجه البساطة في النظرية الجديدة ؟ إن الإجابة على هذا السؤال تستوجب البحث من جديد في طبيعة التيار الفكري الذي كان سائدا في عصر كوبرنيكوس وبمدى تأثره-هو نفسه-بالأفكار الشائعة في زمانه.

يمكن القول على العموم بأن هناك أربعة جوانب تميز بها تيار الفكر آنذاك وكان لها أثر بالغ على أفكار كوبرنيكوس أولها: هو أن فلاسفة الإغريق القدامى ومن تلاهم من مفكري العصر الوسيط قد ذهبوا إلى أن الطبيعة كلها إنما يحكمها مبدأ البساطة. لذا رأيناهم يقيمون أفكارهم وملاحظاتهم حول ظواهر الطبيعة بموجب هذا المبدأ Principale of simplicity فلقد ذهبوا مثلا إلى أن الأجسام تسقط عمودية على الأرض وأن الضوء يسير في خط مستقيم وأن القذائف لا تحيد عن الجهة التي قذفت نحوها، وقل مثل ذلك في كثير من الآراء التي كانت شائعة آنذاك. ولعلنا نلحظ مدى تغلغل هذه الأفكار-كما يقول بيرت-إذا ما التفتنا قليلا إلى أمثالهم وأقوال الحكمة عندهم، فنرى مثلا أن الطبيعة عندهم تنجز عملها على أفضل وجه دونما تفريط في الجهد أو الوقت الذي تنجز فيه مهامها. فالطبيعة تعرف ما تريد وهي تسعى إلى تحقيق هدفها في زمن معلوم لا زيادة فيه ولا نقصان النظرية الفلكية الجديدة بنظرية بطليموس في الفلك وذلك بموجب مبدأ البساطة الذي قالوا به. فمن المعلوم مثلا-كما رأى بيرت-أن تعديلات كثيرة قد أدخلت على نظام بطليموس وذلك لأجل أن تتناسب نظرياته مع الملاحظات الفلكية ومعطيات الرصد التي ظلت تتواتر تباعا. ومن بين التعديلات افتراض مجموعات عديدة من أفلاك التدوير لم

تكن قائمة في النظام الأصلي الذي قال به بطليموس وإنما أدخلت أفلاك التدوير تلك لأجل أن يتسق النظام كله مع ما استجد على مر الزمان من شواهد وملاحظات فلكية أوجبت التعديل قليلا. وهذا يعني-بطبيعة الحال- تهافت المبدأ الذي أقام عليه بطليموس نظرياته في الفلك، فلقد ظلت الأرض هي المركز ولكن جملة أفلاك التدوير التي أدخلت على النظام إنما حشرت حشرا لأن الدارسين آنذاك قالوا بأن كثيرا من الكواكب تتحرك في دوائر صغيرة حول محيط دوائر أكبر منها وهذه بدورها تدور حول الأرض. السؤال الذي يبرز هنا هو: لماذا أدخلت أفلاك التدوير على نظام بطليموس، ولماذا ازداد تعقيد النظام طالما كانت البساطة هي سمة الطبيعة الهامة؟ لو صح هذا المنطق كما يرى بيرت لكان نظام كوبرنيكوس أولى بأن يتبع باعتبار أن مذهبه قد قلل من أفلاك التدوير التي أدخلت على نظائم سلفه تباعا. ولو صح أن الناس ينظرون إلى الأمور بموضوعية لتساءلوا عن حقيقة الاعتراضات التي تساق ضد النظام الفلكي القديم نفسه. وهكذا رأى بيرت أنه لو استقام الرأي حول مبدأ البساطة في الطبيعة وثبتت حقيقته وأهميته لأمكن للمتمسكين بالنظام الفلكي القديم الرد على الاعتراضات التي ساقها كوبرنيكوس والتصدي للهجوم الذي شنه على نظام بطليموس حول بعض التعقيدات وجوانب القصور فيه. فلقد هاجم الأول نظام «معدل المسير» .equant عند الثاني وأظهر عجز نظرية بطليموس في معالجة ما يعرف ب «السرعة المتجانسة». uniform velocity لحركات الأجسام السماوية.

أما الجانب الثاني الذي ميز به تيار الفكر في العصر الذي عاشه كوبرنيكوس فإنه يتعلق بالمحك أو نقطة الارتكاز التي تقوم عليها الحسابات أو التقديرات الفلكية. لم تعد الأرض عند كوبرنيكوس هي المحك أو مرجع الأمور في ذلك كله كما درج الناس على الاعتقاد على مر العصور باستثناء فئة قليلة من المفكرين الإغريق بل أصبحت الشمس والنجوم الثابتة هي المحك ونقطة الارتكاز. ولعله ليس من السهل-كما أشرنا مرارا-أن يحدث انقلاب أو تحول طارئ على أنماط الفكر السائد آنذاك، فنتصور الناس يقدمون-بين عشية وضحاها-على الأخذ بنظرية جديدة ويطرحون جانبا نظرية قديمة عفا عليها الزمان. نعم جاء كوبرنيكوس واستبدل مركزية الأرض بمركزية الشمس، ولكن تجدر الملاحظة هنا بأن أحداثا كثيرة وقعت

خلال المائة سنة التي سبقت إعلان النظرية الجديدة، ومن المؤكد إن تلك الأحداث قد عملت-إن بشكل أو بآخر-على حث الناس على التساؤل أحيانا وإعمال الفكر أحيانا أخرى حول ما تزعم به النظرية وتدعو إليه. ومن بين تلك الأحداث مثلا أن عصر النهضة قد بزغ فجره منذ فترة ليست قصيرة وظهر في ذلك العصر اهتمام كبير بالعلوم والآداب الكلاسيكية القديمة، الأمر الذي أدى بالناس إلى معرفة افضل بتراث الأقدمين وأنماط فكرهم. كذلك حدثت ثورة في عالم التجارة والاقتصاد فكانت هناك الرحلات الطويلة عبر أراضي المعمورة وبحارها وصاحب تلك الرحلات ما صاحبها من كشوف جغرافية ومعرفة لأراض جديدة ومجتمعات بشرية لم يكن لكثير من الناس سابق عهد بها، فانكب التجار في بعض الدول الصناعية والتجارية على ترويج سلعهم وبضائعهم في مجتمعات بعيدة في آسيا والأمريكتين. وإزاء كل ذلك ذهب بيرت إلى القول باتساع أفق الناس قليلا حول أشياء كثيرة وحقائق عديدة تحدث على الأرض، وادعى بأنه لما كان التجار والرحالة والمغامرون يجوبون أصقاع الأرض ويطوفون في أنحاء العالم فإن ذلك قد أكد على نحو قاطع أن الأرض كروية وعلم الناس إن الأراضي البعيدة الأصقاع النائية مأهولة بالسكان. زد على ذلك إن ثورة دينية قد سبقت إعلان النظرية الفلكية الجديدة وأطاحت بكثير من الحواجز التي كانت تحجب رؤية الناس عن أمور كثيرة. لقد درج الغرب على اتخاذ روما مركزا دينيا طوال فترة تزيد على ألف عام، لكن حدث أن ظهر قبيل طلوع النظرية الفلكية الجديدة عدة مراكز دينية جديدة إلى جانب روما. ثم ظهرت بعد ذلك نزعات إقليمية في مناطق كثيرة تدعو إلى إحياء الآداب والعلوم المحلية الخاصة بكل إقليم، الأمر الذي أدى بالتالي إلى زيادة التوتر في جو الفكر عموما وتعدد جوانبه. لذا رأينا عزوفا من جانب الناس عن أمور كانت تشغل اهتمامهم وراحوا يهتمون بأمور أخرى جديدة. ويرى بيرت أنه لم يكن من العسير على كوبرنيكوس إزاء تلك العوامل التي طرأت على مسرح الأحداث آنذاك-وأسهمت الطباعة بنصيب كبير في نشر وقائعها-أن يقدم على خطوة أكثر جدية وتطرفا من كل ما قد يظن أنه ثورة وانفتاح جديد آنذاك. وكانت تلك الخطوة هي اطلاع الناس على نظام فلكي جديد يحل محل النظام الفلكي القديم. ما يجب إدراكه هنا إذن هو أن النظرية الفلكية

الجديدة لم تولد في فراغ أو جاءت من لا شيء، بل لعله يحسن التشديد على أن زخما فكريا وتوترا في بعض ميادين المعرفة وتعديلا في عقائد الناس حدثت جميعا آنذاك وكانت كلها عوامل هامة أسهمت في تمهيد الطريق لظهور النظرية الفلكية الكوبرنيكية. وهل ننسى هنا كما يشير بيرت إلى ما أسهمت به أفكار بعض الرجال أمثال نيقولا كوسا Nicholas of Cusa الذي جرؤ على الإعلان بأن الحركة هي طابع كل شيء في الكون بأسره وإن الكون لا محدود من كل الجوانب، وإنه لا يمكن القول بوجود مركز في العالم كله، وأن الأرض تتحرك شأنها في ذلك شأن بقية الأجسام في الطبيعة. من هنا راح بيرت يستشهد بما ذكره كوبرنيكوس نفسه في مقدمة كتابه. De Revolutionibus حول سيرته الذاتية وكيف كان أثر التيار الفكري في عصره عليه عظيما. يكفي أن يمعن القارئ النظر في بعض الردود التي جاء بها كوبرنيكوس ومن عاضده في نظريته الجديدة أمثال جلبرت كولشيستر Gilbert of Golchester حول اعتراض على النظرية مفاده أنه لو صحت حركة الأرض السريعة لتطايرت الأجسام من على سطحها كالقذائف تماما-أقول إن الناظر في الردود على هذا الاعتراض والتي تتلخص بأن منطق النظرية الجديدة وبراهينها لا تؤيد فكرة تناثر الأجسام وتطايرها من على الأرض بقدر ما تؤيد البراهين تناثر الأنظمة الفلكية للنجوم الثابتة، وابتعاد كل عالم من عوالم هذه النجوم الثابتة عن بعضها- أقول إن الناظر في مثل هذه الأمور مثلا يدرك أن كوبرنيكوس وأتباعه كانوا بصدد بلورة فكرة هامة وهي أن ما ينطبق على الأجسام السماوية من قوانين إنما ينطبق على الأرض ذاتها سواء بسواء. ويرى بيرت أنه طالما كانت النظرية الجديدة تحكم بخضوع الأرض ذاتها لجملة القوانين الطبيعية التي تحصر الأشياء جميعا في الكون فإن ذلك يزيد في التأكيد على أن الأرض لا تستحق من الباحث أو الناس عموما اهتماما خاصا كأن نظن بأنها من معدن شريف يختلف عن غيره، أو أنها أفضل مكان في الكون. ويرى بيرت في مقارنة طريفة يعقدها في هذا الصدد بين روما من جهة وبقاع الأرض جميعا من جهة أخرى إذ يقول بأن مكانة باريس ولندن لا تقل عن مكانة روما نفسها، تماما مثلما استوت مكانة الأرض في النظرية الفلكية الكوبرنيكية مع بقية الكواكب والأجسام السماوية جميعا في الكون بأسره.

أما الجانب الثالث الذي تميز به الفكر في عصر كوبرنيكوس فهو خاص بالرياضيات، إذ يعتقد بيرت إن أهمية هذا العامل بالذات توجب عليه معالجة مستفيضة له. فلقد درج الرياضيون-بحسب رأيه-منذ القديم وحتى القرنين الذين سبقا ظهور النظرية الجديدة وهما قرنان ازدهرت فيهما دراسة الهندسة وتحررت فيهما عقول الناس من ربط التفكير المجرد بالواقع-أقول إن الرياضيين قد درجوا منذ الزمان البعيد على تصور أبعاد مكانية في العالم الخارجي وضرورة انطباقها على أفكارهم الرياضية ونظرياتهم في الهندسة، وكانت الهندسة آنذاك أرقى أشكال العلم الرياضي إذ كان يقال فيها كما ذهب كبلر-بأن صحة قضاياها مرتبطة بتصورات عينية للمكان أو قل بأن مسائلها تفترض قيام امتداد مكاني محسوس يقابلها. ومن هنا رأى كبلر بأن من كانت تنقصهم الخبرة والتعمق في العلم الرياضي المجرد سرعان ما يجيدون الهندسة ومسائلها لأن التصورات الهندسية لم يكن ينظر إليها على أنها مجردة-أي ليس لها صلة بالواقع-بل كانت تفهم على أن لها ما يقابلها في العالم المحسوس. بمعنى آخر نقول بأن الرياضيين وكل من اشتغل بعلم الهندسة كانوا يرون بأن القضايا الهندسية إنما هي ترجمة لمساحات وأشكال هندسية قائمة بالفعل ولها وجود عيني حقيقي. فالتفاتة عابرة إلى العصور القديمة-كما تشهد بها الأعمال التي انحدرت إلينا حول ذلك الزمان-تطلعنا على أن علم الحساب قد ازدهر وتقدم بفضل اعتماده على الهندسة. إذ ما أن يلجا أفلاطون إلى ضرب مثل من الرياضة يوضح به أفكاره حتى نرى بأن الفرض Proposition الذي يبدأ به معالجة المسألة يكون ذا طابع هندسي. ولم يكن المفكرون الذين جاؤوا في عصور متأخرة يدركون فكرة خلق العالم بموجب العدد-كما قال بها الفيثاغوريون-إلا إذا فهمت الفكرة على أنها تعني وحدات هندسية على غرار فهم أفلاطون للعالم كما أفصحت عنه نزعته الذرية في محاورة «تيماوس» Timaeus.. كان فهمهم للكون يقوم على أن المادة الأصلية التي صنع العالم منها إنما هي وحدات مكانية لها أبعاد محددة، أو قل بأن الفهم يتم على أن المادة الأصلية هي امتدادات عينية لها وجود واقعي بالفعل. ولما كان القدماء ينظرون إلى علم البصريات. Opptics والميكانيكا على أنهما فرعان من الرياضات فإن المشتغلين بهذين العلمين درجوا على معالجة القضايا وفق تصورات مكانية

وعملوا على ترجمة معرفتهم بهذين العلمين إلى أشكال هندسية.

ظهرت في أواخر العصور الوسطى-كما يقول بيرت-محاولات لتطوير العلوم الرياضية وإحيائها، إلا أن الباحثين فيها كانوا يأخذون بنفس المبادئ والتصورات التي اتسعت بها الهندسة وساروا على نفس المنهج في معالجة القضايا التي عرضوا لها. كان الباحثون آنذاك يطمحون من وراء جهودهم إلى فهم أفضل للطبيعة وللخروج بتفسير رياضي دقيق لها. فلقد كان روجر Roger Bacon من المتحمسين للمبادئ والفروض التي اعتمدها رياضيو ذلك العصر، وبعد قرنين من الزمان تقريبا نسج ليوناردو دافينشي على نفس المنوال فكان على رأي الآخذين بتلك المبادئ والفروض. وهل أدل على تحمس دافينشي لهذا النمط من التفكير من عبارة صريحة يقول فيها «من لم يكن رياضيا بموجب مبادئي (أي المبادئ التي يأخذ بها هو نفسه في معالجته للمسائل الرياضية عموما) يجب ألا يقرأ لي». كذلك أثر عنه قوله «أيها الطلبة، ادرسوا الرياضيات ولا تبنوا (شيئا) من غير أساس». ولقد أجرى دافينشي تجارب كثيرة في علم الميكانيكا، وعلم حركة المياه hydraulics وعلم البصريات optics وكان يضع نصب عينيه دوما أن يعبر عن نتائجه وأبحاثه بصيغ رياضية وهندسية. وخلال المائة سنة التي تلت أبحاث دافينشي، ظهر كتاب كوبرنيكوس الشهير واتسم ذلك العهد كله بنفس التيار الفكري الذي سلف على نحو أشد وأوضح. كانت الميكانيكا وغيرها من علوم الرياضة الفيزيائيةmathematico-physical sciences التي اعتمدت هذا المنهج الهندسي في بحوثها قد استحوذت على أذهان الباحثين واهتماماتهم آنذاك. فكتاب العلم الجديد . Nova scienza الذي ألفه تارتاليا Tartaglia وظهر في سنة 1537 قد استوحى فيه كاتبه معالم المنهج ذاته، وطبقه على بعض التجارب الخاصة بسقوط الأجسام، بينما ذهب مفكر آخر وهو ستيفينوس .Stevins(1548-1620) إلى استخدام منهج محدد لأجل التعبير عن أشكال القوى Forces وضروب الحركة motions ومدد الزمان في خطوط هندسية Geometrical lines .

وفي ضوء الاعتبارات السالفة التي ذكرها بيرت لم يكن علماء الرياضة قادرين على تحرير عقولهم من سيطرة المنهج السابق-أي المنهج الذي يحتم إيجاد انطباعات أو تمثلات هندسية للمسائل التي يعالجونها-إلا بعد أن

اتسع نطاق استعمال الرموز الجبرية تدريجيا إبان القرنين الخامس عشر والسادس عشر.

يقول بيرت بأن هناك جانبا رابعا من جملة الجوانب التي تميز بها تيار الفكر آنذاك وهو جانب خاص بعلم الفلك نفسه. ولقد كان علم الفلك-منذ القديم مرورا بالعصر الوسيط إلى العصر الذي عاش فيه جاليليو-يعتبر فرعا من الرياضيات أو الهندسة بمعنى أصح وأدق. كان علم الفلك هو علم هندسة السماء، أما فكرتنا عن الرياضيات باعتبارها علما تجريديا، وبخاصة علم الهندسة باعتباره يتناول مكانا. مجردا فإنها فكرة حديثة إلى حد ما. إذ لم تكن هذه الفكرة قائمة قبل مجيء هوبز. Hobbes بل لعلها فكرة لم تؤخذ مأخذ الجد إلا في منتصف القرن الثامن عشر تقريبا. والآن لما كان الاعتقاد سائدا بأن علم الفلك لا يخرج عن كونه فرعا من الهندسة، وإذا كان تحويل المعادلات الجبرية إلى أشكال هندسية أمرا ممكنا باعتبار أن الأولى هي من طبيعة الثانية أصلا، فهل يكون من الغريب-كما تساءل بيرت-أن يخرج علينا رجل يقول بإمكان قيام مثل ذلك في علم الفلك؟ إذ لما كان علم الفلك فرعا من الرياضة فإنه من الأولى أن ينطبق على الأول ما ينطبق على الثاني، أو قل بأن علم الفلك يمكن التعبير عنه بالصيغ الرياضية ونستعين بالقيم الرياضية mathematical values لترجمة ما نريد التعبير عنه في علم الفلك. ولما كان الأمر كذلك فإن نسبية القيم الرياضية relativity of math-values هي سمة تنطبق على علم الفلك بطبيعة الحال. فحركات الأجسام السماوية التي نرسمها على خرائطنا الفلكية هي ذاتها نسبية ولا تغير من صحة النتائج الفلكية وحسابات أية نقطة أو جسم في الكون كله نتخذه نقطة الارتكاز أو مرجع الأمورpoint of reference في حساباتنا. كذلك رأى بيرت أن رأيا كهذا لم يكن جديدا إذ إن بطليموس نفسه كان يقول بنفس الفكرة حيث أثر عنه أن للإنسان الحق في تفسير الظواهر الفلكية بموجب أكثر الأنظمة الهندسية بساطة بغض النظر عن التعارض الذي يمكن أن يقوم بين نظام ما وبين معتقدات ميتافيزيقية. غير أن النقطة الهامة هنا هي أن بطليموس لم ينطلق بتلك الفكرة إلى آفاق بعيدة لأنه كان يفترض ويؤمن على نحو قاطع-كما تشهد بذلك نظريته-أن الأرض هي مركز الكون. فالأرض عنده هي نقطة الارتكاز وهي ثابتة كما يتضح ذلك

من اعتراضاته على الفرضيات التي تقول بحركتها. أما كوبرنيكوس فإنه كان أول مفكر يعالج خاصية النسبية في علم الفلك ويؤكد على أهميتها. ويضيف بيرت أن من العوامل التي ساعدت كوبرنيكوس على اتخاذ مركز آخر-وهو الشمس-نقطة ارتكاز بدلا من الأرض هو أن القدماء أنفسهم لم يكونوا على اتفاق تام حول نظام فلكي واحد، بل كانت هناك تصورات لأنظمة فلكية إلى جانب نظام بطليموس نفسه. لذا رأينا كوبرنيكوس يقول أنه لما نظر مليا في المسائل الرياضية التي انحدرت إليه من الأقدمين، صار ينتابه القلق لعدم وجود نظام فلكي فريد يفوق في دقته وشموله أنظمة السالفين. ومن هنا رأى كوبرنيكوس نفسه-كما يقول-مجبرا على قراءة كتب الفلاسفة القدماء ما أمكنه إلى ذلك سبيلا لعله يجد في بعض ما قالوه أمرا طريفا يخالف ما كان متعارفا عليه. فوقع-كما يقول-على رأي لشيشرون cicero يذكر فيه أن نيزيتاس Nicetas ذهب إلى الاعتقاد بحركة الأرض. ثم وقع بعد ذلك على رأي لفلوطارخس plutarch يذكر فيه بأن هنالك آخرين ذهبوا إلى مثل ذلك الرأي، أي إلى الرأي القائل بحركة الأرض. من هنا راح كوبرنيكوس يدرس الأمر باهتمام وينظر بإمعان في احتمال صحة الرأي حول حركة الأرض فنراه قد سعى إلى استلهام آراء قلة من الفلاسفة السابقين وراح يبحث عن أدلة جديدة وحجج أرسخ مما عثر عليه في كتب من سبقوه حول فكرة الأرض وغيرها من الكواكب في السماء.

أما وقد أجرى كوبرنيكوس دراسات دقيقة حول حركة الأرض رأيناه يخلص إلى أنه إذا أضيفت حركات كواكب أخرى إلى دورة الأرض على نحو يبين لنا حركتها-أي حركة الأرض-فإن ذلك من شأنه أن يطلعنا لا على الظواهر الفلكية الخاصة بعدد محدود من الكواكب فحسب، بل على أنظمة كل الأجسام السماوية وأحجامها. كذلك خلص كوبرنيكوس إلى أن هناك نظاما فلكيا دقيقا يتحكم بحركة تلك الأجسام قاطبة وعلى نحو يختل نظام الكون كله إذا ما طرأ أي تغيير أو تعديل على حركة أي جسم في السماء.

وفي تعليق مقتضب ورد لكوبرنيكوس في رسالة صغيرة كتبها حوالي سنة 1535 نراه يبدي امتعاضة من آراء الفلكيين القدماء لعدم تمكنهم من صياغة مذهب فلكي متكامل. نراه يتهم السالفين عليه بالقصور وينعي عليهم فشلهم في الإتيان بمذهب متسق-كما في الهندسة تماما-يفسر حركة

الأجسام في السماء من جهة ولا يتعارض مع فرض «انتظام السرعة» uniform velocity لحركة الأجسام من جهة أخرى. فنراه مثلا يقول بأن نظرية فلكية كتلك التي قال بها بطليموس لا تفي بالغرض عدا كونها مذبذبة وبعيدة عن منطق العقل، ويضيف بأن لما رأى جوانب القصور في أفكار الآخرين راح يسائل النفس عما إذا كان بالإمكان إيجاد نظام بديل لنظام الفلك السائد وعلى نحو يمكن أن نجد فيه إجابات شافية لجملة الظواهر الفلكية. ويستطرد كوبرنيكوس بعد ذلك ليشير إلى أن نظاما فلكيا جديدا سوف يكون من شأنه أن يحسب لكل شيء حسابا وأن حركة كل جسم أو كوكب تكون متسقة تمام الاتساق مع ما تمليه مبادئ الحركة المطلقة في الكون. ويصرح بعد ذلك بأنه وقع في نهاية الأمر عل ضالته وأن ذلك ممكن إذا ما تيسر الأخذ ببضعة بديهيات axioms نسلم بصحتها ونقبلها ابتداء.

ما تهمنا الإشارة إليه هنا الآن هو أن كوبرنيكوس كان أشمل في نظرته إلى الأمور من سلفه بطليموس باعتبار أنه إذا كان هذا الأخير قد ذهب إلى البحث في حركة الأجرام السماوية دونما اعتبار للأرض نفسها فإن كوبرنيكوس قد وسع دائرة بحثه حتى صارت تشمل حركة الأجرام السماوية والأرض على حد سواء. كذلك تحسن الإشارة هنا-كما يقول بيرت-إلى أن معالجة كوبرنيكوس لظواهر الفلك على هذا النحو تظهر لنا مدى تأثره بتيار الفكر الرياضي السائد آنذاك وما طرأ عليه من تعديلات وتطورات. ولعل أكثر ما يؤيد تأثره الشديد بذلك التيار إيمانه وإعلانه أكثر من مرة بأن الرياضيين هم المعنيون بالبحث في الظواهر الفلكية وأن حكمهم هو القول الفصل في النظرية الفلكية الجديدة. ولقد كان كوبرنيكوس واثقا من مساندة الرياضيين له، إذ حتى لو تعذر عليه أو على أولي الأمر الأخذ بنظريته الجديدة وطرح نظرية بطليموس من حسابهم فإنهم سيرحبون بآرائه على أقل تقدير وسيقدرون جهده في هذا الميدان من البحث. فلا عجب إذن إن رأينا الرياضيين الشهيرين-على مدى ستين عاما أعقبت إعلان كوبرنيكوس عن أفكاره-هم الذين كانت آرائهم متسقة مع نظريته وأنهم هم الذين أيدوا نتائجه من قبل أن تتواتر شواهد عينية ومعطيات تجريبية تؤيد نظريته وتسندها.

هناك جانب هام تفصح عنه النظرية الكوبرنيكية باعتبار أنها كانت تحمل في طياتها نتائج ميتافيزيقية خطيرة، ولم يكن الناس-بطبيعة الحال-جاهلين بتلك النتائج وخطورتها بل راحوا ينظرون في الأمر بجدية وصارت النظرية ونتائجها مدار بحث ونقاش بينهم. فلقد تساءل المفكرون عما إذا كان من الممكن اتخاذ نقطة أو مركز آخر غير الأرض نبحث من خلاله في علم الفلك ؟ فالرياضيون الذين كانوا متأثرين بالتيار الفكري الرياضي الذي تأثر به كوبرنيكوس يجيبون بالإيجاب على أرجح احتمال ولكن أنصار التعاليم الأرسطية وفلسفة العصر التي كانت سائدة سيجيبون بالنفي. ولعل اختلاف إجابة هذين الفريقين ليست صادرة عن اختلاف طفيف في وجهات النظر بينهما بل إن الإجابتين نابعتان عن اعتقاد بأن السؤال يمس الأسس الهامة التي يقوم عليها مذهب كل من الفريقين. فلم يكن السؤال يقتصر إذن على ما إذا كان علم الفلك هندسي الطابع-وهو رأي تكاد غالبية الناس تجمع عليه-بل امتد السؤال إلى استفسار حول ما إذا كان الكون كله-بما في ذلك الأرض نفسها-قد صيغ بلغة رياضية أي على نحو تكشف لنا فيه الأرقام والمعادلات الرياضية عن طبيعته وأخص خصائصه. كذلك يسأل المرء أنه طالما كان المنهج الرياضي-وهو المنهج الذي يبيح اتخاذ أي مركز آخر غير الأرض لأجل البحث في ظواهر الفلك-يعطينا تفسيرا أبسط وأدق للظواهر الفلكية فهل يقبل المفكرون على الأخذ به دونما تردد ؟ الذي يراه بيرت هو أن اتخاذ هذا المنهج وسيلة للبحث من شأنه آنذاك أن يطيح بفيزياء أرسطو ونظرياته في الفلك، ولقد يتردد الكثير من الرياضيين والفلكيين في توسيع دائرة بحثهم وينطلقون بها إلى آفاق بعيدة لأن ذلك من شأنه أن يؤدي إلى نتائج هامة لا يريدون الأخذ بها أو تقبلها، لا لأن نتائجهم غير صحيحة وإنما لأنهم لا يريدون تصور عالم آخر غير العالم الذي قال به بطليموس وأرسطو.

ولأن كوبرنيكوس وجماعة أخرى من الرياضيين قد تمكنوا من الإجابة على ذلك التساؤل الهام بكل ثقة وحزم، فإن ذلك يبرز سمة هامة أخرى للعصر الذي عاش كوبرنيكوس وطبيعة التيارات الفكرية التي كان يزخر بها، وهي سمة تتمثل في أن عقولا جبارة كانت قادرة آنذاك على الإتيان ببديل للفلسفة الأرسطية التي كانت طاغية على تيار ذلك العصر، وأن ذلك

البديل من شأنه أن يحررهم من قيود ميتافيزيقية كثيرة، فضلا عن كونه. يعد إسهاما عظيما في مسيرة التيار الرياضي وتطوره.

والواقع أن هذا التيار الفكري الرياضي كان قائما بالفعل آنذاك. فلقد كان طلاب الفلسفة والدارسين على علم بأن الفلسفة التي انصهرت فيها آراء الفكر الديني المسيحي مع الفلسفة اليونانية في مطلع العصر الوسيط قد تمثلت في تيار فكري تغلب عليه الصبغة الأفلاطونية أو الأفلاطونية المحدثة (الجديدة) Neoplatonic إذ كان كل المفكرين البارزين آنذاك يميلون إلى التعبير عن مذاهبهم المفضلة حول الفيض emanation والتطور بوحي من فكرة العدد number، وهي فكرة ترجع إلى أفلاطون حين ذهب في محاورته «بارمنيدس parmenides» إلى أن التعددplurality أو الكثرة قد خرجت بالضرورة عن الوحدة لunity بفعل عملية رياضية. ويجب ألا ننسى هنا أنه حتى بعد أن طغت أفكار أرسطو على تيارات الفكر في القرن الثالث عشر فإن ذلك لم يجتث معالم الفلسفة الأفلاطونية والأفلاطونية المحدثة التي ظهرت في مطلع العصر الوسيط. صحيح أن أثرها في الفكر قد انحسر إلى حد بعيد بعد أن طغت أفكار أرسطو وشاعت ولكنها ظلت على الرغم من ذلك تستهوي كل الرافضين لفلسفة أرسطو، وكل المنشقين على الفلسفة المشائية، أي (أتباع أرسطو). لقد كان الاهتمام بالعلم الرياضي كما ظهر في أواسط بعض المفكرين أمثال روجر بيكون وليوناردو دافينشي ونيقولا داكوسا، وبرونو وغيرهم حصيلة تيار فكري رياضي فيثاغوري كان ظاهرا آنذاك.

لذا كان من الطبيعي خلال القرنين الخامس عشر والسادس عشر، وبعد أن دبت الحيرة في عقول المفكرين شيئا فشيئا أن تظهر نزعة قوية إلى إحياء التراث الأفلاطوني في جنوب أوروبا. فنرى مثلا أن أكاديمية كاملة قد أنشئت في فلورنسا على يد «عائلة ميديتشي» Medicean family وكان من أعلامها رجال أمثال بليثو pletho وبيساريون Bessarion ومرسيليس فيسينوس Marsilius Ficinus وبتريسي patrizzi. ولعلنا نلمح من جديد أن المبادئ الفيثاغورية هي التي كانت بارزة في عملية إحياء التراث الأفلاطوني، ولعلنا كذلك نرى أن أكمل تعبير عن هذه النزعة الفكرية-أي عملية إحياء التراث الأفلاطوني-قد تجسد في التفسير الرياضي للكون كما صاغه جون

بيكوميراندولاJohn Pico of Mirandora. وتحسن الإشارة هنا إلى أن أولئك المفكرين ومن حذا حذوهم قد أثروا في تيارات الفكر التي كانت سائدة في مناطق تقع جنوب جبال الألب، بما في ذلك جامعة بولونياBologna التي كان من ابرز أعلامها دومينيكوس ماريا دي نوفاراMaria de Novara. كان نوفارا-أستاذ الرياضيات والفلك في تلك الجامعة-صديقا لكوبرنيكوس وأستاذا له إبان السنوات الست التي قضاها هذا الأخير في إيطاليا. أما كثر ما يلفت النظر عن نوفارا هذا فهو أنه كان من المناهضين لنظام الفلك عند بطليموس، وكان سبب عدائه لنظام الفلك التقليدي يرجع إلى عدم مطابقة بعض الملاحظات وشواهد الرصد لبعض النتائج التي تستنبط من النظام الفلكي نفسه، هذا من ناحية، أما من ناحية أخرى فإن مناهضته لنظام بطليموس ترجع-على نحو أشد وأوضح-إلى تأثره الشديد بتيار الفكر الرياضي الذي انحدر عن الفيثاغوريين مرورا بأفلاطون. لقد رأى نوفارا أن نظام بطليموس المحير لا يتسق مع المصادرة postulate التي تقول بأن نظام الفلك هو تناغم أو انسجام رياضي متكامل. ومن هنا ذهب بيرت إلى أن نقطة الخلاف الهامة بين تيار الفكر الأرسطي الذي ساد في أواخر العصور الوسطى وبين تيار الفكر الأفلاطوني الذي ساد في أولها واستمر قائما-وإن كان بشكل ضعيف-طوال المدة التي طغت فيها أفكار أرسطو تكمن في أن التيار الأفلاطوني يفسر العالم على نحو رياضي، فالكون بموجب ذاك هندسي الطابع، ومكوناته الأساسية هي أجزاء مكانية محدودة limited portions of space. وهي التي تكون في جملتها نظاما هندسيا متسقا وجميلا، نقول إنه إذا كان أنصار التيار الأفلاطوني قد ذهبوا هذا المذهب فإن أنصار التيار الأرسطي التقليدي المتطرف قد قللوا من قيمة الرياضيات. فالكم quantity في المذهب الأرسطي كان يشكل-كما رأى بيرت-واحدا من المحمولات (المقولات) العشر. Predicaments ولم يكن-بأي حال من الأحوال-أهمها. وكانت الرياضيات تحتل مركزا متوسطا بين الفيزياء والميتافيزيقا أي بين علم الطبيعة وما بعد الطبيعة، والطبيعة بأسرها بموجب المذهب الأرسطي تفصح عن جانب كيفي qualitative بالإضافة إلى الجانب الكمي quantitative، لذا فإن الوسيلة إلى أرفع أشكال المعرفة تكمن في المنطق لا في الرياضيات. هنا خلص بيرت إلى أنه طالما كانت الرياضيات تحتل مركزا ثانويا في

تفكير الأرسطيين فإنه من العسير على أنصار أرسطو أن يقبلوا بتفسير رياضي دقيق لمجريات الأمور في الطبيعة. فهم يرفضون طرح آرائهم حول نظام الفلك القديم عند أرسطو وبطليموس من أجل أن يستبدلوا ذلك بنظام فلكي دقيق كما الدقة في الهندسة سواء بسواء. أما بالنسبة إلى أنصار المذهب الأفلاطوني فإنه من السهل عليهم تصور وجود مادة متجانسة homogeneity عبر الكون كله. وعلى أية حال فقد أقدم كوبرنيكوس على تبني فكرة كهذه-أي فكرة تجاه المادة في الكون-لأنه إلى جانب كل العوامل التي حفزته على إعلان أفكاره والتي سبقت الإشارة إليها فإنه بكل تكيد قد شارك في التيار الفكري الأفلاطوني وهو التيار الذي عمل على إحيائه بعض المفكرين المنشقين على التيار الأرسطي في العصور الوسطى.

وهكذا نرى أن كوبرنيكوس قد شعر في قرارة نفسه بهذا الميل إلى التيار الأفلاطوني وذلك حتى قبل أن يذهب إلى إيطاليا سنة 1496، ناهيك عن أن الأفلاطونية المحدثة التي كانت طاغية في البلدان التي تقع إلى الجنوب من جبال الألب قد زادته إيمانا بأهمية هذا التيار وأعانته على بلورة أفكاره. فليس من قبيل المصادفة إذن-كما رأى بيرت-أن أصبح كوبرنيكوس بعد ذلك ضليعا بتراث الفيثاغوريين وعارفا بأصول علمهم وهم الذين كادوا أن يكونوا الوحيدين من بين العلماء والمفكرين الإغريق الذين جرءوا على التفكير بنظام فلكي لا يرتكز حول الأرض. non geocentric astronomy. لقد آمن كوبرنيكوس بأن الكون صنع على غرار العدد على نحو يؤكد المرء بموجبه بأن ما يصدق في الرياضيات يصدق على نحو مماثل في علم الفلك أو قل بأن ما ينطبق على عالم الرياضة ينطبق على عالم الطبيعة وهكذا. ولا مجال في ظل هذا التصور لافتراض حالات شاذة تستعصي على القاعدة العامة التي ننطلق منها، ومن هنا فإنه لا يمكن تصور مكانة مرموقة تختص الأرض بها من دون سائر الكواكب والأجسام السماوية الأخرى في الكون كله. كلا ولا يمكن أن نتصور فهمنا للأرض يختلف عن فهمنا لغيرها من الأجسام السماوية، فمنهجنا في دراسة الأرض هو منهجنا في دراسة سواها وبالمنهج الهندسي وحده يمكن معرفة الكون كله بما في ذلك الأرض التي نعيش عليها. وخلاصة القول هي أن التحول في وجهة النظر من نظام فلكي قديم إلى نظام فلكي جديد، بالنسبة

لكوبرنيكوس، هو عملية اختزال رياضي mathematical reducation وما حفزه على إعلان أفكاره حول النظرية الجديدة هو ذلك الجهد الذي اضطلع به بعض كبار الرياضيين آنذاك من أجل إحياء التراث الأفلاطوني وهو جهد جبار استهدف نقل الهندسة من ميدان التذبذب والغموض إلى ميدان السهولة والوضوح والاتساق.

4 أثر النزعة الإنسانية في ظهور العلم الحديث

ها نحن الآن نأتي على رأي في الثورة العلمية للمؤرخ هانز بارونHans Baron إذ رأى أن التغيرات التي طرأت على مجالات الفكر إبان عصر النهضة كان لها أثر هام على نشأة الثورة العلمية. بيد أنه يؤكد من جانب آخر على دور الأحداث والتطورات السياسية التي شهدتها إيطاليا آنذاك وكيف كان أثرها عظيما على مسيرة التفكير العلمي. كان بارون-قبيل الحرب العالمية الثانية-يشدد على دور القيم الخلقية في فلورنسا وكيف كانت تلك القيم تشكل دعامة هامة في تيار النزعة الإنسانية ولكنه راح بعد الحرب يعالج أثر التطورات السياسية في ذلك العهد على نشأة العلم وتطوره.

ها هو ذا يتساءل أولا فيقول إنه إذا كان تقدم العلم يمت بصلة وثيقة إلى التيارات الفكرية التي تدور خارج نطاق البحث العلمي ومؤسساته، فهل يحق لنا افتراض أو تصور أن تغيرا جوهريا يتناول الثقافة السائدة في المجتمع-تماما على نحو التغير الذي أصاب إيطاليا في القرن الخامس عشر-يمكن أن يحدث من غير أن تكون له آثار وانعكاسات

هامة على العلم ومسيرته ؟ وبمعنى آخر نقول: إذا كانت العلاقة قائمة بين العلم ومسيرته من ناحية وبين التيارات الفكرية المختلفة التي يزدهر بها مجتمع ما من ناحية أخرى فهل يستقيم القول بأن أي تغير يصيب المجتمع والثقافة السائدة فيه سينعكس على طبيعة البحث العلمي نفسه وعلى مسيرته ونتائج أبحاثه ؟ ولا يدعي بارون أن أحدا يستطيع الخوض في كافة جوانب هذا الموضوع الشائك أو يقدر على الإجابة على جملة التساؤلات المتعلقة به ولكن حسبه-كما قال- أن يتناول بالبحث بعض جوانب العلاقة التي تشد العلم إلى تيارات الفكر المختلفة في المجتمع.

يرى بارون أن البحث في نشأة العلم الحديث يحتم على المرء تقصي الأسباب والظروف التي جعلت الناس يستبدلون بنظرتهم التقليدية إلى الإنسان والكون نظرة أخرى مخالفة. فلقد أتى على الناس حين من الدهر ظنوا خلاله أن في أحداث الكون رتابة بفضل ما أودعه الله في الطبيعة من ثبات، ولكن نظرة جديدة وجدت طريقها بعد ذلك إلى أذهان الناس وتصوراتهم إذ شاعت بينهم فكرة اللامركزية في الكون الواسع الذي لا تحده حدود. صارت نظرة الناس إلى الأحداث نظرة دينامية لا «استاتيكية» تماما مثل نظرتنا نحن اليوم إلى طبيعة الأحداث في عالم يتطور على مر الزمن.

لقد كانت نظرة الناس إلى الوجود-إبان العصور الوسطى-نظرة جامدة تخيلوا بموجبها أن هناك نظاما مرتبا ترتيبا تصاعديا يشمل تاريخ الإنسانية كلها. لا بل راحوا يتصورون أن ذلك النظام إنما يشمل تاريخ الطبيعة كلها وما فيها من حياة وجماد. ولقد كان سائدا بين الناس مذهب يقول بتوالي أربع إمبراطوريات كتب الله لها أن تجسد تاريخ البشرية، وأن الإمبراطورية الرومانية هي رابع تلك الإمبراطوريات وقمة تطورها، وأنها-أي الإمبراطورية الرومانية-لما كانت هي خاتمة المطاف فإنها ستكون خالدة ما خلد التاريخ نفسه. هذا المذهب الذي شاع بين الناس حول توالي الإمبراطوريات الأربع على تاريخ البشرية وتدرجها حسب نظام معلوم إنما يماثل ما كان قد قال به بطليموس حول تدرج العوالم الكريستالية crystal spheres (أو الأجسام السماوية الكريستالية) في نظام الكون عنده.

من هنا رأى بارون بأن هناك ارتباطا بين نظرة الناس إلى المجتمع وما

يطرأ عليها من تعديل وبين نظرتهم إلى الطبيعة بأسرها وما طرأ عليها من تعديل هي الأخرى. فنقول مثلا إنه لما تهافتت فكرة الإمبراطورية المقدسة. Sacrum Immperium وهي التي كان يظن بأنها أرفع شأنا من كافة المجتمعات البشرية، وحلت محلها فكرة اللامركزية decentralized في مسيرة التاريخ البشري، باعتبار أن المجتمعات كافة تخضع لعوامل النمو والازدهار مثلما تخضع لعوامل الضعف والانحسار، أقول إنه لما حلت فكرة اللامركزية هذه محل الأفكار القديمة تهافتت كذلك فكرة الجمود في الطبيعة. فكما أخذت النظرة الأولى بفكرة الدينامية واللامركزية التي تكتنف مجتمعات الأرض جميعا، كذلك أيضا أخذت النظرة الثانية بفكرة الدينامية واللامركزية في مسيرة الأحداث في الكون كله.

ولكن الحديث عن قيام هذا الارتباط بين التغير الحادث في نظرة الناس إلى المجتمع وتاريخ البشر عموما وبين نظرتهم إلى الطبيعة وديناميتها لا يعني-كما يرى بارون-أن التغير في كلا المجالين يحدث في آن واحد. فنرى مثلا أنه عندما شارف العصر الوسيط على الانتهاء كان نشاط الفكر وزخمه مقتصرا على جوانب محدودة،حتى إذا ما توالت على الناس نتائج هامة في ميادين الابتكار وغيرها، رأيناهم ينقلون اهتمامهم إلى جوانب أخرى في حياتهم وأمور مجتمعهم. كان ذلك هو ما حدث على وجه التحديد في نهاية عصر النهضة في القرن الخامس عشر كما يرى بارون إذ طغت آنذاك فكرة الديمومة واللامركزية حول طبيعة التاريخ ومظاهر الحكم في العلوم السياسية كما تمثل ذلك في أعمال ميكيافيللي Machiavelli وجيسيار ديني. Guicciardini. فما أن جاء القرن السادس عشر حتى ألفينا النظرة ذاتها-أي نظرة الدينامية أو اللامركزية-تمتد لتشمل علم الفلك أو الكون عموما. وبموجب هذه النظرة يمكن القول بأن مطارحات ميكيافيللي المعروفة ب (مقالة العقد الأول لليفي) سنة 1513 Discourse on the first Decade of Livy, وكتاب جاليليو المعروف (حوار حول أنظمة العالم العظيم) سنة 1632 Dialogue on the Great World Systems يعتبران حدثين متكاملين لمسيرة تاريخية واحدة. فكلا الكتابين يتناول فكرة اللامركزية وكلاهما ينظر إلى الأحداث من منطلق دينامي، زد على ذلك أن كليهما قد جسد النظرة العادية البسيطة إلى الوقائع في العالم الدنيوي الذي نعيش فيه. ولكن ما السبب-كما تساءل

بارون-في أن تكون مرحلة ما سابقة على مرحلة أخرى بالرغم بن أنهما يجسدان حدثين متكاملين ضمن مسيرة تاريخية واحدة أو فترة زمنية لها صفة معلومة ؟ ما السبب مثلا في أن مرحلة «اكتشاف الإنسان والتاريخ the discovery of man and history جاءت أولا في عصر النهضة ثم أعقبتها مرحلة «اكتشاف الطبيعة» the discovery of nature بعد ذلك ؟ الظاهر كما يرى بارون هو أن الخبرات والمشاعر التي عايشها الإيطاليون آنذاك أفرزت أفكارا جديدة تتعلق بمفهوم الحضارة عموما (أو الثقافة) Culture. والسياسة والتاريخ. وما إن طرأ تحول على نظرة الناس وفكرتهم عن الطبيعة البشرية وسماتها حتى لحظنا إثر ذلك التحول ينعكس على نظرتهم وفكرتهم عن الطبيعة في مرحلة لاحقة كما يشهد بذلك تطور العلم الطبيعي.

ويرى بارون أنه متى صحت هذه الافتراضات وأخذ الناس بها على أنها معقولة فإن إيطاليا في القرن الخامس عشر تكون قد أسهمت في مسيرة العلم الحديث وتطوره. نعم لقد لا يظهر أثر ذلك الإسهام جليا واضحا تماما وعلى نحو مباشر إذا نظرنا إلى العلم ونتائجه من زاوية ضيقة ولكن نظرة أشمل وأبعد كما رأى بارون يمكن أن تظهرنا على أثر الفكر في إيطاليا إبان ذلك العهد في تأسيس العلم الحديث. لم يكن تيار الفكر في إيطاليا آنذاك قد أفرز على نحو مباشر وفي فترة وجيزة مكتشفات في ميدان التكنولوجيا أو نظريات علمية هامة، ولكن الذي يراه بارون هو أن تحول وجهات النظر وكل ما طرأ على مسار الفكر الإيطالي من أحداث آنذاك قد مهد السبيل أمام رجال العلم في القرن اللاحق-أي في القرن السادس عشر-لكي يقطفوا ثمار التغيرات التي طرأت على الفكر في إيطاليا إبان القرن الخامس عشر. أو قل بأن تحول وجهات النظر وتقلبات الفكر في إيطاليا في ذلك العهد قد سهلت أمام أبناء القرن السادس عشر أن يستبدلوا علم العصور الوسطى بعلم جديد.

ولقد يتساءل المرء كما يقول بارون عما إذا كان البحث في طبيعة هذه العلاقات الثقافية العامة يجب أن يستوفي في معالجة تتناول تطور العلوم الطبيعية أو أن يترك ذلك للباحثين أو الدارسين في مجالات أخرى من البحث وبخاصة أولئك الباحثون في تاريخ الفلسفة.

وعلى أية حال، يمكن القول بأن الحاجة إلى التخصص في الدراسات

والأبحاث العلمية شيء، بينما الحاجة إلى وضع الظواهر المفردة ضمن إطار شامل شيء آخر. بمعنى آخر نقول بأن بارون لا يرى ضيرا في أن يكون هناك تخصص في ميدان ما من الدراسة أو آخر، أو أن يقتصر الباحث في بحثه على نقطة محددة أو قضية هامة أقول بأن بارون لا يرى في ذلك ضيرا باعتبار أن هذا هو منهج واحد فحسب ينهجه الباحث في دراسته ولكن هناك إلى جانب ذلك منهجا آخر يرمي إلى إحلال الوقائع أو وضع الأحداث الجزئية في إطار فكري أوسع بقصد إظهار جملة التيارات التي تلعب دورا هاما في تشكيل سمة عصر أو مجتمع ما، فشتان بين أن يتناول إنسان نظرية كوبرنيكوس في الفلك وينظر إليها من زاوية ضيقة تقتصر على معالجة الفروض والنتائج الرياضية التي تتصل بها وبين أن يبحث في نظريته على أنها خلاصة تيار فكري له جذور بعيدة في ميدان الفكر عموما، وكذلك بحث الظروف التي أحاطت بظهور النظرية سواء كانت تلك الظروف اجتماعية أو سياسية أو اقتصادية أو دينية أو غيرها. أضف إلى ذلك ما أحدثته تلك النظرية من ردة فعل-سلبية كانت أو إيجابية- عدا ما تنطوي عليه النظرية ذاتها من مضامين ميتافيزيقية تتصل بعقائد الناس وأديانهم.

فإذا صح أن الاتجاهات الفكرية ومنطلقات البحث في القضايا المختلفة- كما يرى بارون-تتسم بخاصية الانتشار في كل ميادين الفكر التي يزخر بها مجتمع ما وتسود في فترة تاريخية محددة، وإذا صح أن هذا الانتشار للنظريات والأفكار الجديدة يستوجب عادة فترة تاريخية تنتقل بها الأفكار ونتائجها عبر أجيال فإن ذلك يؤدي إلى نتيجتين اثنتين: أولاهما أن أية محاولة لحصر أو تقدير كافة العوامل والظروف أو القوى-سواء كانت تقليدية معروفة أو مبتكرة جديدة-في أية فترة تاريخية تعتبر محاولة صعبة وتكون نتائجها غير موثوق بها طالما كان البحث مقتصرا على ميدان واحد بعينه. فلا يمكن مثلا أن أقول بأن العوامل أو التيارات الفكرية أو الأحداث التي طرأت على ميدان الفيزياء مثلا يمكن أن تعكس مسار الفكر كله أو تكشف لنا كافة العوامل التي يتسم بها تيار الفكر العلمي عموما في فترة محددة. أو قل إن شئت مثلا آخر أن البحث في طبيعة الفكر الديني في فترة زمنية محددة لا يمكن أن يكشف لنا طبيعة الأفكار التي تسود في ميادين أخرى

يزخر المجتمع بها كالفكر الاقتصادي أو السياسي أو العلمي..

أما النتيجة الثانية التي خلص إليها بارون فهي أنه لا العلم ولا الفكر السياسي ولا أي نشاط في ميدان محدد يمكن أن يفهم فهما جيدا في سماته أو تطوره ما لم تؤخذ بعين الاعتبار عوامل التطور والنمو التي طرأت في ميادين فكرية أخرى. ويضرب بارون مثلا على ما يقول حين ذهب إلى أن هناك صلة تربط بين نظرة الإيونيين إلى الطبيعة عند قدماء الإغريق وبين التفكير السياسي عند السفسطائيين. ثم راح يستشهد في ذلك برأي المفكر جورج سابابن George H Sabine في كتابه (تاريخ النظرية السياسية). يعتقد بارون أن لا شيء يحول دون قيام مثل تلك الصلة بين تيارات الفكر في القرنين الخامس عشر والسادس عشر. كل ما في الأمر هو أن التعاقب هذه المرة معكوس، إذ جاءت الحركة الإنسانية ونظريات التاريخ السياسي في أول الأمر-أي في القرن الخامس عشر-ثم أعقبتها في القرن اللاحق نتائج وانعكاسات ظهرت في ميدان العلوم الطبيعية.

يخلص بارون بعد ذلك إلى نتيجة يدعم بها رأي مفكر آخر وهو بوركهارت (1818-1897) حين ذهب هذا الأخير إلى أن عصر النهضة هو مرحلة جديدة من التطور النفسي Psychological والذهني intellectual. ويرى أن تعريف بوركهارت وحصيلة النتائج التي خلص إليها قد طرأ عليها تعديل كبير عبر الثمانين سنة التي أعقبت إعلان أفكاره. فما كان ينظر إليه من منطلق واحد في عصر بوركهارت، أصبح الآن ينظر إليه من زوايا عديدة ومختلفة. ويرى بارون أن الكثير من الدارسين الذين حذوا حذو بوركهارت يجدون في آرائه حول (اكتشاف العالم والإنسان) في إيطاليا إبان عصر النهضة كما في تصويره لتلك الفترة على أنها انتصار للنزعة (الواقعية) realism (والفردية) Individualism أقول إن هؤلاء التابعين من تلاميذه يجدون في نظرية تلك شيئا من القصور وعدم الدقة. فجماعة من تلاميذه راحوا يؤكدون أثر عصر النهضة في تحويل وجهات النظر إلى الحياة والكون عموما من نظرة (استاتيكية) ثابتة ومركزية إلى نظرة دينامية تطورية ولا مركزية. أما جماعة أخرى من اتباع بوركهارت فقد ذهبت إلى أن (الواقعية) كانت قائمة وقوية إبان العصور الوسطى في مجالات الفكر والفن عموما، وعلى ذلك فإن كلمة الواقعية تحتاج إلى تعديل أو إلى تعريف أكثر دقة بحيث يأتي التعريف

الجديد مؤكدا عل أهمية اكتشاف القوانين الطبيعية في القرن الخامس عشر إلى جانب التركيز على الدراسات التاريخية والنفسية وكذلك التأكيد على الدور العظيم الذي تلعبه القوانين الرياضية في ميدان العلم وتطوره. ثم يذهب بارون بعد ذلك إلى أن تعدد وجهات نظر الباحثين الذين حذوا حذو بوركهارت في دراساته حول عصر النهضة وأثره على تطور العلم الحديث لا يعني التعارض أو النزاع بينهم بقدر ما يعني أن أفكارهم يكمل بعضها بعضا. ويرى بارون فوق هذا وذاك أن هذه الدراسات التاريخية الحديثة حول أثر عصر النهضة في قيام العلم الحديث وتطوره إنما تستلهم أفكار بوركهارت نفسها ونظريته التي ترى بأن عصر النهضة كان يرتكز على قاعدة فكرية عامة تتمثل في تلك التحولات الجذرية التي طرأت على نظرة الناس إلى شتى نواحي الحياة والطبيعة على حد سواء.

5 أثر القيم الفكرية الجديدة في نشأة العلم الحديث

دعونا الآن نأتي على رأي بول أوسكار ريستلر Paul Oskar Kristeller الذي كان هو الآخر مهتما- كما رأينا عند هانزبارون-بأثر التيارات الفكرية التي سادت في عصر النهضة على نشأة العلم وتقدمه. ها هو ريستلر يرى أن مشكلة أو ظاهرة الجمود والأخذ بما ساد عند السلف أو ظاهرة الابتكار والإبداع في العلم إبان عصر النهضة لا يمكن أن تحل دون الأخذ بعين الاعتبار كتابات بعض هواة العلم. لم يكن أولئك الهواة من الضالعين في العلم كالعلماء الإيطاليين المتمرسين مثلا بل كانوا من الذين تأثروا على نحو ما بكتابات العلماء المحترفين. ما يدعو إليه ريستلر بادئ ذي بدء هو أن يطرح المرء من تصوره أية فكرة توحي له بأن العلم في ذلك العهد كان الميدان الذي يفوق البحث والاهتمام فيه أي ميدان آخر.

فلم يكن العلم طاغيا في كل العصور على مجالات الفكر الأخرى. نعم لقد استأثر العلم باهتمام كبير عند الغربيين مؤخرا كما يقول ريستلر وصحيح أن سطوة العلم صارت قوية إلى الحد

الذي يبيح لنا القول بسيطرة هذا الجانب من المعرفة على جوانب المعرفة الأخرى، ولكن هذا الأمر ينحصر في القرون المتأخرة من تاريخ العالم الغربي. ولا يعني ذلك-بأي حال-أن الوضع كان كذلك على مر الزمان. كان موقف ريستلر موقف الرافض لكل إدعاء يقول بتهافت جوانب المعرفة المختلفة باعتبار أن الأهمية الأولى والأخيرة صارت محصورة في ميدان العلم فحسب. لذا نراه يرفض أن التغيرات التاريخية والأحداث التي تقع بين حين وآخر لا تشكل أهمية كبيرة لمجرد أن تلك التغيرات أو الأحداث لم تكن قائمة في ميدان العلم أو في ميادين متصلة بالعلم صلة وثيقة وتؤثر فيه تأثيرا مباشرا. ويرى ريستلر أنه لو أخذنا عصر النهضة وبحثنا في طبيعة الفكر السائد فيه فإن الملاحظ هو أن التغيرات الثقافية التي حدثت آنذاك لم تكن تهم العلم أو تتصل به بالدرجة الأولى، ويزيد على ذلك قائلا بأنه طالما كانت نظرة بوركهارت إلى عصر النهضة لا تدعي قيام تغير جذري في ميدان العلوم الطبيعية فإنه-أي ريستلر-لا يعرف كيف يمكن دحض هذا التصور الذي طرحه آنفا. من جهة ثانية نرى ريستلر يتفق مع هانز بارون بأن تغيرات هامة قد حدثت بالفعل في ميادين خارج نطاق العلم وأنه كان لتلك التغيرات أثر غير مباشر فيما بعد على تطور العلم نفسه واطراد مسيرته.

ولكن ما إن يبحث ريستلر في أي نوع من التغير حدث إبان عصر النهضة-خاصة في القرن الخامس عشر-حتى نراه يقول بأن تيار الفلسفة الإنسانية كان من أبرز معالم التيارات الفكرية التي كانت سائدة إبان ذلك العصر، وإن كان أثره قد انحسر إلى حد كبير في القرن السادس عشر. كذلك رأى ريستلر بأن العلم قد تأثر آنذاك بالفلسفة الإنسانية على نحو غير مباشر تماما مثلما أثرت الدراسات الإنسانية على ميادين الفلسفة عموما. ولكنه ذهب بعد ذلك إلى القول بأن الإسهامات الفعلية العملية التي أسهم بها أصحاب النزعة الإنسانية في ميداني العلم والفلسفة تكاد لا تظهر بشكل واضح تماما. أما الإسهام العظيم الذي اضطلع به أصحاب النزعة الإنسانية فهو أنهم جعلوا كتابات الإغريق ونظرياتهم في متناول الناس آنذاك، ومن الطبيعي أن انعكس إسهام الإنسانيين في دراساتهم للفكر الإغريقي ونشر تراث سلفهم على العلماء أنفسهم آنذاك وعلى المكتشفين إبان تلك الفترة. ولعل أهمية الإسهام الكبير الذي اضطلع به

مفكرو النزعة الإنسانية وفضلهم على تقدم مسيرة العلم يتضحان بجلاء إذا ما عرفنا بأن العلم الغربي آنذاك لم يكن مختلفا تماما عن طبيعة العلم القديم، ولا كانت نتائجه متميزة عما كشف عنه السلف. أما وقد اضطلع الإنسانيون بنشر تراث الإغريق واطلاع الناس في عصر النهضة على نظريات أسلافهم فقد مكن ذلك رجال العلم في تلك الفترة من معرفة طبيعة العلم القديم ومسار تطوره. ويرى ريستلر كذلك بأن العلم في العصر الوسيط قد تطور على نحو واضح محدد وأن إطلاع الناس على نظريات قديمة هامة قال بها السلف قد مهد السبيل أمام ظهور العلم الحديث وانبثاق النظريات العلمية الحديثة. أما أولئك الذين يدعون بأن كل ميادين العلم والمعرفة عند الإغريق كانت معروفة عند مفكري العصر الوسيط فإنهم كما يقول ريستلر مخطئون تماما كالخطأ الذي يرتكبه من يدعي جهل الناس إبان العصر الوسيط نفسه بتراث الأقدمين وفكرهم جهلا تاما. فعلى الأقل أصبح الناس في عصر النهضة يعرفون المزيد عن بعض المفكرين اللاتينيين الكلاسيكيين أمثال لوكريتوس. Lucretius (حوالي 95- 55 ق. م)، وكذلك جلبت مخطوطات كثيرة من بلاد الشرق وأصبح في متناول بعض الناس والمفكرين أن يقرءوا تراث سلفهم ويدرسوا أفكارهم من خلال أصولها. بل الأكثر من ذلك أن معظم المخطوطات الإغريقية قد ترجمت إلى اللاتينية على يد أصحاب النزعة الإنسانية وكان بعض منها قد ظهر لأول مرة إبان تلك الفترة. أما مسألة كم من المخطوطات تمت ترجمته للمرة الأولى أو ما إذا كانت الترجمات اللاتينية الجديدة أفضل وأدق وأكثر أهمية من الترجمات الأخرى التي سبقت ذلك فإن تلك مسألة لا يمكن الوصول إلى حل بشأنها إلا من خلال دراسة (بيبلويوجرافية) دقيقة. ففي مجال الفلسفة كما يرى ريستلر-عملت النزعة الإنسانية على دراسة أعمال أفلاطون Plato، وأفلوطين. Plotinus، وابيكتيتوس Epictetus وديوجين Diogenes، و بلوتارك Plutarch، ولوسيانLucian، مما سهل نشر أفكار أولئك الأعلام وتداول نظرياتهم بين الناس. كذلك عمل الإنسانيون على ترويج أفكار شراح أرسطو وفلاسفة اليونان الآخرين وشعرائهم، ومؤرخيهم، وخطبائهم الشهيرين. أما في ميدان العلم فإن إسهام الإنسانيين كان أقل لفتا للنظر وإن كان الأمر يحتاج إلى مزيد من الدراسة والتدقيق. وعلى أية حال فإن الناس باتوا آنذاك يعرفون

المزيد عن أرخميديس. Archimedes وهيرو. Hero بالإضافة إلى معرفتهم للمرة الأولى ببعض المفكرين الرياضيين المغمورين. زد على ذلك أن شروحات موسعة وتعليقات مطولة تبعت أعمال الترجمات نفسها، ناهيك بعد ذلك على ترجمات ظهرت باللغات الإقليمية مما سهل انتشار الأفكار على أوسع نطاق.

يذهب ريستلر بعد ذلك إلى القول بأن الإنسانيين لم يكونوا وحدهم الذين عكسوا مسيرة العلم والمعرفة في القرن الخامس عشر، فقد كان هناك أتباع الفكر في العصور الوسطى-خاصة من كان منهم في الجامعات- وهم الذين نسجوا على منوال أسلافهم في ذلك العصر،هذا من ناحية، أما من ناحية أخرى، فقد كان هناك الفنانون والمهندسون الذين وجدوا أنفسهم- بحكم ا طبيعة عملهم-وجها لوجه أمام بعض المعضلات الرياضية والعلمية الأخرى التي صارت تبرز بين حين وآخر آنذاك، ولعل ذلك هو السبب الذي أدى بهم إلى الإسهام في تطوير مسيرة العلم نفسه كما تذهب إلى ذلك بعض الأبحاث والدراسات التي ظهرت حديثا. ولكن يجب ألا ننسى أن الفنانين والمهندسين أنفسهم كانوا إبان القرن الخامس عشر متأثرين بالنزعة الإنسانية التي كانت طاغية على تيارات الفكر وكانت شائعة بين الناس جميعا على اختلاف مشاربهم. وعلى ذلك ذهب ريستلر إلى القول بأنه إذا كان الإنسانيون قد فشلوا بالفعل في الإسهام إسهاما عظيما في ميادين العلم والدراسة التقليدية-أي على صعيد النظريات العلمية والابتكارات التكنولوجية-فإنهم على الأقل قد أدخلوا إلى ميادين العلم مشكلات يمكن للمتخصصين والدارسين المهتمين أن يطبقوها ويبحثوا فيها. فنرى مثلا أن النزعة الإنسانية في نهاية القرن الخامس عشر لم تكن قد تمكنت بالفعل من إحداث تغيير في ميادين البحث في العلوم التقليدية، كلا ولا كانت قادرة على الظهور على الناس بجديد في ميادين الاختراع والتكنولوجيا، ولكن أثر النزعة الإنسانية نفسها كان عظيما على أولئك الباحثين والدارسين الذين كانوا يعكسون تيار العلم التقليدي في العصور الوسطى، ومن هنا يخلص ريستلر إلى أن ذلك التأثير العظيم الذي أحدثته النزعة الإنسانية في عقول المفكرين والعلماء التقليديين إبان القرن الخامس عشر هو الذي أدى في نهاية الأمر إلى قيام تغييرات جذرية في مسيرة الفكر العلمي

واطراد البحث في ميدانه إبان القرن السادس عشر. ويرى ريستلر أن هذا الوضع يشبه تماما استفادة العلماء المحترفين من دراسات الفنانين والمهندسين بعيد منتصف ذلك القرن. ولأن ريستلر يقول بتأثير الفنانين والمهندسين بالنزعة الإنسانية، فإنه راح يدعو إلى دراسة متمكنة وعميقة في العلاقات التي كانت تربط بين الإنسانيىن والفنانين آنذاك وبخاصة من خلال ما تركه وخلفه لنا إنسانيو ذلك العصر من رسائل وأشعار لم تستغل استغلالا جيدا في هذا المجال. أما عدد الفنانين والمهندسين الذين أسهموا بإيجابية في ميدان العلم إبان القرن الخامس عشر فإنه صغير ومحدود بالفعل إذا ما قورن بعددهم إبان القرن السادس عشر. ولكن أعمالا خالدة ومجيدة قام بها أحد الأعلام الشهيرين في القرن الخامس عشر وهو ليون باتيستا البرتي Leon Battista Alberti تشهد بعظمة المفكرين الإنسانيين وبتأثيرهم على تيارات الفكر عموما.

بيد أن ريستلر لا يتفق مع أولئك الذين ذهبوا إلى الجمع بين أولئك الفنانين الكبار ومساواتهم بالجمهور عموما وكأنما جهود الفنانين وأعمالهم وأفكارهم مساوية لأعمال الأفراد في المجتمع عموما أو مشابهة لأفكارهم، كلا ولا يتفق ريستلر مع أولئك الذين ذهبوا إلى الفصل بين أصحاب النزعة الإنسانية من «الأكاديميين» الذين كتبوا باللغة اللاتينية وبين الكتاب «الشعبيين» الذين كتبوا باللغات الإقليمية، فهو يرى أن أولئك الفنانين الذين كتبوا في العلم وألفوا فيه آنذاك لا بد أن يكونوا أصحاب معرفة متميزة عن تلك التي تشيع بين الأفراد عموما، ومن المؤكد-من وجهة نظر ريستلر-أن أولئك الفنانين قد استقطبوا معالم الفكر السائد في عصرهم-سواء ذلك الذي انحدر إليهم من العلم في العصر الوسيط أو من تيار النزعة الإنسانية نفسه-وراحوا بعد ذلك يستخلصون منه جديدا. ويرى ريستلر أن أثر النزعة الإنسانية لم يكن قاصرا على الفنانين فحسب بل كان يشمل الأفراد عموما كما يتضح ذلك من خلال النوادر والحكايات التي جرت بها ألسنتهم. ولأن تعاليم النزعة الإنسانية وفلسفتها كانت شائعة بين الناس عموما آنذاك فإن الوضع لم يكن يستوجب من جانب الأفراد دراسة جادة لتلك النزعة. وقل مثل ذلك في موقف الناس عموما تجاه العلم في العصر الحاضر. فإذا كان الناس يقدرون العلم ويكبرون نتائجه في عصرنا الحاضر من غير فهم

لأساليبه ومناهجه، فإن الأفراد عموما في بدايات عصر النهضة قد أكبروا أصحاب النزعة الإنسانية وقدروا جهودهم على الرغم من عدم معرفة الناس باللغة اللاتينية التي كان الإنسانيون يكتبون بها . الأكثر من هذا هو أن مشكلة اللغة تظل بسيطة وأقل شأنا مما قد يتصور الكثيرون. فلقد كانت هناك علاقة وطيدة بين الآداب الإقليمية في أوروبا وبين الكتابات والآداب اللاتينية الجديدة Neolatin Literature حتى ليمكن القول إنه عندما استقام الأمر للآداب الإقليمية وأصبحت نزعة الكتابة باللغات المحلية طاغية على مؤلفات.القرن السادس عشر وكتاباته، كانت تلك الكتابات والآداب قد تشربت خصائص النزعة الإنسانية وفلسفتها على أصعدة كثيرة كأسلوب الكتابة مثلا، والتعابير والأشكال الأدبية وموضوعات الاهتمام والبحث على حد سواء. ويكفي دليلا على ذلك أنه ما كان للآداب الإقليمية أن تحل محل اللغة اللاتينية لو لم تكن تلك الآداب قد استقطبت بالفعل خصائص النزعة الإنسانية ذاتها .

يخلص ريستلر من كل ذلك إلى القول بأن الإنسانيين-من خلال إشاعتهم للآداب والكتابات الكلاسيكية إبان القرن الخامس عشر-قد أسهموا بالفعل-وإن كان ذلك عن طريق غير مباشر-في مسيرة التطور العلمي والفلسفي، وأن إسهامهم ذاك قد آتى ثمارا طيبة لا على صعيد الأعمال التي قام بها الإنسانيون أنفسهم، بل على صعيد الأعمال الجليلة التي أتى بها العلماء والفنانون، سواء منهم من عاش في ذلك القرن بالذات أو من جاء منهم في القرن اللاحق على عصرهم.

٦ بين العلم والتنجيم

يهمنا الآن أن تأتي على رأي إيرنست كاسيرر Cassirer Ernst (1874-1945) في شخصية هامة لا يرد ذكرها كثيرا في كتب التاريخ، ذلك هو بيكو ديلا ميراندولا . Pico della Mirandola (1463-1494) الذي يعتقد كاسيرر بأهميته العظيمة في نشأة العلم الحديث. فلقد وقف بيكو وقفة تحد إزاء الخرافات وعمليات التنجيم التي كانت شائعة آنذاك، ولم تكن وقفته تلك نابعة من تطاول على الدين أو ابتعاد عنه بقدر ما كانت تعكس نزعة صوفية أخلص لها صاحبها إخلاصا عظيما . كان الرجل يؤمن بنظام ديني سري يعرف ب «القبالة». Kabbalah وهو نزعة صوفية مارسها قساوسة اليهود بهدف الوصول إلى المعاني الخفية التي تنطوي عليها الكتب الخمسة الأولى من «الإنجيل». وكان بيكو يسعى إلى تفسير التاريخ بوحي من تلك النزعة، أما هجومه على التنجيم الذي كان سائدا في عصره فقد كان بمثابة خطوة هامة في مسيرة العلم الحديث. ما هي إذن قصة هذا الرجل وما هي أفكاره؟ يقول كاسيرر بأن من أكثر الأحداث التاريخية لفتا للنظر هي المحاولة التي عمل «بيكو» من خلالها على تخليص نفسه لا من علم التنجيم

في عصره فحسب بل ومن كافة القيود الميتافيزيقية والمعتقدات الغيبية التي كانت شائعة بين الناس آنذاك. لقد طرح بيكو كل ذلك من حسابه واستبدل به منهجا علميا تجريبيا يلجأ إليه في تفسيره للظواهر الطبيعية. نراه في فلسفته الدينية مثلا يعتمد منهجا يفسر به الدين تفسيرا مجازيا. فلم يكن بيكو ليأخذ معاني الآيات في الإنجيل على ظاهرها، كلا ولا كان يأخذ بالتفسير الحرفي للآيات في الديانات الأخرى عموما، إذ كان الرجل يعتقد بأن المنهج الصحيح في ميدان التفسير هو المنهج الذي يؤدي في نهاية الأمر إلى استظهار المعاني العميقة للآيات ويكشف عن الجوانب الروحية والتصوفية التي كثيرا ما تكون خافية. من هنا نرى بأن منهج التصوف المعروف بـ «القبالة» يكتسب عند بيكو أهمية محورية خاصة لكونه يفضي إلى معرفة حقيقية بأسرار الطبيعة الإلهية. إن الوحي الإلهي-كما كان يرى بيكو-ظاهرة خرساء، ولا يمكن للإنسان أن يكشف غامض سرها إلا متى انتهج المنهج الذي طرحه هو نفسه على حد تعبير كاسيرر. ولا يعني ذلك أن بيكو كان كافرا بالله أو مارقا على الدين المسيحي، فلقد كان الإنجيل عنده يحظى بمكانة رفيعة في نفسه، وكان هو نفسه يرى بأن الآيات فيه شريفة ومقدسة ولكنه ظل يؤمن إلى جانب ذلك بأن ظاهر الآيات كما قشرة الثمر وأن اللب لا يتيسر إلا متى كسرنا القشرة واستخرجنا ما بداخلها. ولا سبيل للإنسان-إن أراد الرفعة لنفسه والسمو بأفكاره-سوى استخلاص لب الثمرة وهي حرية برفع المرء إلى آفاق سامية نعرف بها عالم الروح ونقع فيه على أدق أسراره. ولقد أثر عن بيكو قوله بأنه، على نحو ما يطلعنا «علم التنجيم الصحيح». True Astrolojy على «كتاب الله» وعظمة خلقه للطبيعة وظواهرها، كذلك يطلعنا منهج التصوف في القبالة على القوانين التي ضمنها الكتابBook Of Laws وهي المعاني الإلهية السامية. ولعلنا نلحظ هنا بأن«علم التنجيم الصحيح» عند بيكو قد احتل مرتبة موازية لمرتبة التجربة الصوفية في منهج القبالة. وهنا نسأل: إذا كان الأمر كذلك فلم إذن استبعد علم التنجيم من هذا المنهج التصوفي، ولم لا ينطبق عليه مبدأ الرمز والتعابير المجازية التي يتصف بها منهج القبالة ؟ ثم لماذا يقود منهج الرمز والمجاز إلى الخطأ والضلال حين يطبق على ظواهر الطبيعة وأحداثها بينما يكون المنهج ذاته صالحا عند تطبيقه على الدين

باعتباره يؤدي إلى «الحقيقة الكاملة» ؟ ولا يرى كاسيرر سبيلا إلى الإجابة على السؤال إلا متى وقعنا على الخصائص التي يعتمدها بيكو أساسا في تفكيره. أما أبرز تلك الخصائص فهي تلك التفرقة الحاسمة التي أخذ بها بيكو بين ما يعرف بمجال «الضرورة» .necessity ومجال الحرية ل Freedomإذ لكل مجال-بحسب رأيه-قوانين خاصة ومنهج للمعرفة محدد . فكل ما يتسم بالطبيعة الفيزيائية physical محكوم بمبادئ الضرورة وقوانينها في حين أن كل ما يتسم بالطبيعة الروحيةspiritual يظل متصفا بالحرية ويمكن فهمه ضمن إطارها. وهذا التفريق الحاسم الذي يرتئيه بيكو بين المجالين هو الذي دفع به-كما يقول كاسيرر-إلى مهاجمة علم التنجيم باعتبار أن هذا العلم قد فشل في استظهار ذلك الفارق الهام بين المجالين. إذ لما كان علم التنجيم يسعى إلى ربط وجود الإنسان بالسماء وإلى قراءة طالعه واستخلاص قدره ومصيره من النجوم فإن الإنسان أضحى بذلك مشدودا إلى حتمية لا فكاك له منها، أو قل أنه بذلك لا يملك من أمره شيئا بل الأمر يرجع كله إلى ظروف خارجة عنه وإلى مبدأ الضرورة الذي يفرض نفسه عليه فرضا . ولكن لما كان قدر الإنسان-عند بيكو-مرتبطا بالإنسان نفسه فإن مصيره محكوم بإرادته وجملة أفعاله. ولا يمكن استخلاص إرادة الإنسان من مصدر خارجي في الطبيعة الفيزيائية كالاعتقاد مثلا بأن سلوكه تحدده جملة قوانين مكيانيكية صارمة، إذ إن الأخذ بهذا الاعتقاد يؤدي إلى تغليب كفة المادة على كفة الروح. أما وقد نادى بيكو بأولوية الجانب الروحي وشدد على مكانة الحرية وأهميتها فإن هجومه على التنجيم وقراءة الطالع لم يكن ضربا من العبث أو الفكر التافه. ويرى بيكو أن استعمال الرموز والتفسير بموجب المجاز أمر يمكن الاعتماد عليه، بل محال أن يستغني الإنسان عنه في أي عمل يأتي به أو أي نتاج يصدر عنه ويكون حصيلة فعل حر. وما وجوب انتهاج منهج كهذا إلا لأن عالم الإنسان ومجال المعرفة العلمية والأدبية والدين لا يمكن الوقوع على خصائصها وطبيعة أمورها إلا عن طريق الحديث أو الكتابة أو الصور والرموز. ولكن عالم الطبيعة والأجسام المادية هو عالم سلسلة سببية باعتبار أن أحداثه هي نتيجة أسباب ونتائج، وأن ليس لنا حول في أمرها ولا قوة. والتفاتة إلى علم التنجيم توضح لنا أن هذا العلم هو خليط بين المنهجين، منهج الضرورة ومنهج الحرية، فهو لا يتمتع بهوية

خاصة لأنه يخلط بين المنهجين ويسعى إلى البحث عن علامات خفية وبشائر أو نذر أو معجزات في الوقت الذي يجب أن يبحث فيه عن الأسباب والنتائج. لذا رأينا بيكو يفرق بموجب ذلك بين علم للنجوم صحيح وثابت وبين علم للنجوم خاطئ ومزيف. وعلى ذلك أيضا راح بيكو يفرق بين علم رياضي رصين يتناول حركة الأجسام ودورات الفلك وبين محاولة لتحصيل المعرفة والتنبؤ بالأحداث كما جرت العادة عليه في «علم التنجيم» astrolojia divinatrix أما الفرق بين المجالين أو المنهجين فإنه كالفرق بين النور والظلام أو الصدق والكذب. يعتمد علم النجوم كما رأى بيكو إلى التطفل على ميادين أخرى خارج نطاقه، إذ نراه في تفسيره للعلاقات الروحية-وهي علاقات لا محسوسة في طبيعتها-يتطفل على مجال تضبطه علاقات مكانية وصور فأين مساهمة بيكو الأصلية من شطحات كبلر، إذ أن فكرا نظريا محسوسة. وإذ يسعى علم النجوم إلى انتهاج منهج كهذا نراه ينطلق أصيلا حول الحرية جاء به إلينا رجل بعيد عن العلم وميدان بحثه من فكرة محورية مفادها إن «الأعلى» higher يتحكم ب «الأدنى» يفوق في أهميته تصورا رياضيا للطبيعة كما قال به كبلر. ويرى Lower وبدلا من أن يسعى إلى فهم هذين المفهومين فهما مجازيا-أي كاسيرر أنه ربما لم يقدم كبلر على اتخاذ خطوات نهائية بصدد إعلان رمزيا-نراه يسعى إلى فهمهما كما لو كان التعارض بينهما مكانيا. قوانينه ونظرياته الفلكية لو لم يكن بيكو-وهو من كان كبلر يركن إلى فالأعلى بحسب هذا العلم هو ما يحتل مكانا «أعلى» ع above أفكاره ويقدرها-قد سبقه. لذا نرى هنا بأنه ليس من الضروري أن و «الأدنى» هو ما يحتل مكانا «أنزل» below من هنا-كما رأى بيكو-يكون التحليل العقلاني المبني على أسس علمية هو الوسيلة التي من يظهر تهافت علم النجوم وعدم دقته. إذ ليس هناك معنى واضح شأنها أن تحطم قيود الفكر وتخلصه من الشوائب بل كان الأمر يحتاج ومحدد للتعريفين السابقين. فمن الناحية الروحية مثلا نرى مكانة كما رأى كاسيرر إلى اتجاه فكري ومنهج جديد وإلى تصور حديث الإنسان «تعلو» مكانة النجوم وتسمو على الطبيعة المادية بأسرها ومتكامل للطبيعة كلها. ويضيف كاسيرر إلى ذلك قوله إنه ربما كان باعتبار أن الإنسان يلم بجوانبها ويعلم نظامها وقوانينها. لذا صح بيكو-من بين أبناء عصره-هو الرجل الوحيد الذي استطاع أن

يحرر أن تعلو مكانته بفضل ذلك وتسمو. أما إذا نظرنا إلى مكانة الإنسان نفسه تماما من الخوف ومن عقدة الشياطين ومن الأقدار المقيتة باعتباره موجودا طبيعيا أو مخلوقا من بين ملايين المخلوقات فانه يغدو وتأثيرات النجوم المهلكة. وكم يختلف بيكو-من هذا المنطلق-عن موجودا تافها ومتدنيا. أو قبل بأن الإنسان يعلو على الطبيعة كلها بعض المفكرين الكبار أمثال فيسينو Ficino (1433-1494) باعتباره مفكرا في حين يصبح هو نفسه تافها إذا ما نظر إليه كشيء باعتبار أن هذا الأخير لم يكن ليستطيع أن يحرر نفسه من أثر علم فيزيائي أو موجود فرد من بين الأشياء في الطبيعة كلها. النجوم والخوف من الأقدار. أما بيكو فإنه لم يكن يعرف مثل ذلك يرى كاسيرر بأن الشيء الملفت للنظر في تاريخ الفكر الأصيل هو الخوف لأن مجرد الإحساس بالخوف من هذا الجانب يتعارض أصلا إسهام مثل تلك الأفكار إسهاما عظيما في تطور العلم الطبيعي على مع المعنى الحقيقي للوجود الإنساني وهو المعنى الذي عمل بيكو على الرغم من أنها لا تمت إلى مجال العلم نفسه بصلة وإنما تتعلق بميدان إطرائه وتمجيده إلى أبعد الحدود كما نلحظ ذلك في خطبته حول من المعرفة مختلف تماما. ولعل أهمية بيكو في تاريخ الفكر وتطور «كرامة الإنسان». dgjinty of man. كانت كرامة الإنسان عنده العلوم الطبيعية يتضح جليا إذا بحثنا موقفا آخر لعالم من الطراز تتمثل في كل ما يصدر عن الإنسان من خلق وإبداع بفعل إرادة حرة الأول ذا عبقرية أصيلة وهو كبلر. فلم يكن كبلر-كما يقول نابعة من الفرد ذاته لا بفعل سلطة تفرض نفسها عليه من الخارج كاسيرر-ليستطيع أن يحرر نفسه من الآراء التي زخر بها التنجيم. كالاعتقاد بأثر النجوم وسيطرتها على أقدار البشر وأفعالهم، كلا ولا بفعل قوى خفية تمنح إنسانا ما قوة ومهارة وعزما وتذل إنسانا آخر فتسلبه إرادته وأعظم مبرر لوجوده وكرامته. ونعود من جديد إلى التأكيد على أنه إذا كان بيكو قد سعى إلى استبعاد أثر النجوم على أفعال الإنسان وسلوكه فإن ذلك لا يعني بطبيعة الحال-وكما رأى كاسيرر-انه كان كافرا بالله أو منكرا لوجوده. نعم كان بيكو يرفض الإيمان بسيطرة قوى خفية على مصير الإنسان أو تحديد قواه العقلية أو أنماط سلوكه وخصائصه الذاتية لكن ذلك لا يعني بطبيعة الحال أنه استبعد الله نفسه من مجالات السلوك الإنساني وأشكاله. فقد كان

بيكو يؤمن مثلا بأن خصائص العبقرية الإنسانية وضروب الإبداع تصدر عن الله وان كل جديد مبتكر يرجع إلى الله مباشرة ويوعز إليه من غير ما وساطة أو تدخل من جانب موجودات أخرى. فالله مصدر مباشر لكل حكمة وإبداع ولا علاقة أو وساطة للطبيعة أو الكواكب أو النجوم بأي جديد يجد على مجرى الأحداث أو أي إبداع يطرأ في دنياها.

يختتم كاسيرر مقالته حول بيكو بقوله بأن الناظر في مصير الرجل وإهدار دمه يرى كيف أن سيرته لا تخلو من العجب والإعجاب في آن واحد رغم أن بعض جوانبها تظل صعبة وبعيدة عن الفهم والتفسير. ولكن ذلك لا يحول-بطبيعة الحال-دون رسم صورة عامة لشخصيته وفكره وإسهاماته. فيذهب كاسيرر مثلا إلى أن التهمة التي طالما وجهت إلى بيكو حول سعيه إلى التوفيق بين الأديان في مذهبه وأفكاره غير ثابتة في حقه، بل يجب تبرئته منها. ويضيف أنه من الصعب النظر إلى مذهب بيكو كما لو كان الرجل ينادي ببعض المبادئ التي تسود عصرنا هذا أو أن ننظر إلى أفكاره على أنها توجب عليه انتهاج منهج حديث أو التزام شروط محددة، فبيكو-كما يرى كاسيرر-يظل مدرسيا أي «سكولاستيكيا» Scholastic في نظرته وفكره، ولكن منحاه في الدراسة والبحث ضمن إطار الفلسفة المدرسية لم يمنعه من تحقيق إسهام عظيم في مجال الفكر وإثرائه. ويرى كاسيرر أن الناظر إلى بيكو وفكره من هذه الزاوية يرى بأنه كان يجسد الروح التي سادت عصر النهضة ويترجم بصدق خصائص التيارات الفكرية الجديدة التي سادت فيه. لذا فإن أثر بيكو كان عظيما على الحياة الفكرية عموما. فلا عجب بعد ذلك إن رأينا الفكرة المحورية التي نادى بها في خطبته «كرامة الإنسان» يرددها مفكرون آخرون جاءوا بعده وظلت تكتسب على مر الزمن قوة وأنصارا كثيرين. فلقد ظل موضوع «كرامة الإنسان» يطرق سمع الناس ويشغل بالهم إبان عصر الإصلاح الديني Reformation وكذلك كان الموضوع ذاته مدار بحث في الدراسات الحديثة والأفكار الجديدة التي دارت حول فلسفة الطبيعة بمفهومها الحديث، وقل مثل ذلك في أثرها-على نحو مختلف-على معالم الفلسفة المثالية الحديثة عند ديكارت Descartes وليبنتز Leibniz. ولا يقل أثر بيكو على علم الجمال ونظرية الفن في القرون اللاحقة عن أثره وإسهاماته في ميادين الفكر التي ذكرت آنفا، فلقد كانت

أفكاره-كما ذهب كاسيرر-مدار بحث في النظريات الجمالية والفنية التي اشتهرت بها مدرسة «كمبردج» في إنكلترا واستمر أثرها متصلا حتى نظريات شافتسبري Shaftesbury نفسه. أما في ألمانيا فإن أثر أفكاره كان عظيما أيضا في هذا الميدان من الدراسة كما تشهد بذلك آراء «فينكلمان».. Winckelmann وفلسفته. ويعترف كاسيرر بأن بعض الغموض كان يحيط بالفعل بالفكرة التي طرحها بيكو حول كرامة الإنسان، ولكن كشف كل ذلك كان من مهمة اللاحقين عليه ممن ساروا على نهجه. ويرى كذلك بأنه ربما لم يكن بيكو نفسه يدرك أبعاد الأفكار التي طرحها وربما كان هو نفسه عاجزا عن الإفصاح عن مضامين بعض آرائه، إلا أن ذلك كله لا ينقص من قيمتها الكبرى وأهميتها في تاريخ الفكر. أو قل بأن بعض أفكاره كانت كالكنز الذي لم يتم الكشف عنه والاستفادة منه إلا حديثا وذلك بفضل جهود متصلة استغرقت قرونا وتعاقبت عليها أجيال متلاحقة.

7 دور مناهج التعليم في تطور العلم

إذا كان بعض المؤرخين الذين عرضنا لآرائهم آنفا قد أكدوا على أثر التجديد والتغيير الذي يحدث في مجالات الفكر والنشاط المختلفة على نشأة العلم وتطوره فإنهم لم يبينوا على نحو واضح كيف يتم ذلك التأثير. لم يبين لنا أولئك كيف يتم التفاعل بين ضروب الفكر المختلفة في المجتمع وديناميية النشاط فيه وبين العلم ومسيرته. أو قل بأننا لا زلنا نجهل «ميكانيكية» العلاقة القائمة بين التغير والتجديد الذي يطرأ على كافة مجالات الفكر والنشاط في المجتمع وبين التطور والتجديد الذي يحدث في ميدان العلم والبحث العلمي. أما الآن فإننا سنأتي على رأي مختلف بعض الشيء إذ يحاول «فيرن بولوخ Vern L. Bullough أن يبين كيف كانت الجامعة همزة وصل بين تيارات الفكر المختلفة التي يزخر بها المجتمع. نراه مثلا يحاول أن يبين احتمال قيام علاقة بين التجديد الذي حدث في أنظمة التعليم ومناهج الدراسة إبان عصر النهضة وبين الثورة العلمية. ذهب بولوخ إلى أن إيطاليا كانت مركز إشعاع علمي إبان القرن الخامس عشر وكانت

بذلك كعبة العلماء والمفكرين والدارسين إبان القرنين الخامس عشر والسادس عشر. فمن أولئك من كان طالبا يسعى إلى: تحصيل العلم ومنهم من كان أستاذا يعطي العلم للدارسين. وهنا يطرح بولوخ سؤالا هاما حول ما إذا كانت هناك تغييرات جذرية في طرق التعليم ومناهجه في إيطاليا إبان تلك الحقبة من الزمن، الأمر الذي جعل الطالب أو الأستاذ الإيطالي أكثر استعدادا لهضم الأفكار العلمية وتقبلها. أو قل بأن السؤال يدور حول الخصائص التي تتصف بها مناهج الدراسة وطرق التعليم في إيطاليا إبان ذلك العهد وهل كان لذلك أثر على الأستاذ والطالب وعلى تقبلهما للإبداعات العلمية والتغيرات التي تطرأ في ميدان الابتكار وكيف كان رد فعل الباحثين والدارسين في إيطاليا إزاء الجديد في العلم والاختراعات في ميدانه ؟ يجيب بولوخ على ذلك بالإيجاب، أي أنه يؤكد على وجود تغييرات هامة في ميدان الدراسة والتعليم في إيطاليا إبان ذلك العهد وان إيجابية الأساتذة والباحثين وترحيبهم بالإبداعات العلمية والاختراعات كانا بفعل التغييرات التي طرأت على مناهج الدراسة وبفعل خطوات التجديد في أساليب التعليم في المعاهد العلمية ومؤسسات التدريس. بل راح بولوخ يؤكد بأن أثر ذلك- أي التغيير والتبديل في مناهج التعليم وأساليبه-كان عظيما على تطور البحث العلمي واطراده. ولكن ماذا كانت طبيعة تلك التغيرات التي حدثت في ميدان التعليم ؟ الذي يعتقده بولوخ هو أن من أهم تلك التغيرات عودة الاهتمام بالدراسات الإنسانية. humanities في الجامعات الإيطالية والتأكيد على أهميتها إزاء الدراسات العلمية sciences. فلم تكن الدراسات الإنسانية قبل القرن الخامس عشر قد حظيت بمكانة هامة في الدراسات الجامعية ومناهجها. وقد ذهب بولوخ في ذلك إلى الاستشهاد بدراسة قام بها لويس جون باتودLouis John Paetow ووصل من خلالها هذا الأخير إلى أن فشل الدراسات الإنسانية في توطيد دعائمها وجذب الانتباه لها جاء نتيجة الانصراف عن دراسة الثقافات المختلفة والاهتمام بها. أو قل بأن اعتبارات عملية كانت تتحكم في إقبال الطلبة أو الأساتذة إبان العصر الوسيط على الدراسات الإنسانية أو انصرافهم عنها. فبدلا من أن تحظى الدراسات الإنسانية والبحث في الثقافات عامة بالأهمية لمجرد أن البحث في هذه المواضع أمر له قيمة كبرى، رأينا الاهتمام يقتصر بدلا من ذلك على

الشروحات والتفاسير التي دارت حول التيارات العلمية التي كانت سائدة بالفعل آنذاك. أضف إلى ذلك أن التعليم كان مقتصرا على تدريس العلوم التقليدية التي كانت شائعة آنذاك. أو قل بأن نظام التعليم كان تقليديا وأن الخلف كانوا ينقلون عن السلف من غير ما تجديد أو إبداع في ميدان الدراسة والتعليم. كان الاهتمام منصرفا-كما ذكرنا-إلى الجوانب العلمية وذلك لأجل أن يحصل الطالب على ما يؤهله للانخراط في دنيا الأعمال وشغل وظيفة أو مهنة ما. من هنا رأى بولوخ أن فن كتابة الرسائل والوثائق أو العقود العامة لم يكن ليحظى باهتمام الدارسين باعتبار أن ذلك النوع من الفنون أو الدراسة هو ميدان هام يجب الالتفات إليه والإقدام على دراسته وإنما كان ذلك الفن يدرس لما عسى أن تعود به الدراسة على دارسها من عائد في ميدان. الحياة العملية. صحيح أن باتو-كما ذكر بولوخ-قد اعترف بقيام نزعة لإحياء الآداب الكلاسيكية في القرن الرابع عشر بتأثير من أفكار فرانسيسكو بترارك Francesco Petrarch، ولكن ذلك لم يدم طويلا إذ سرعان ما اندثرت تلك النزعة وعاد كل شيء على ما كان عليه من قبل.

الذي يراه بولوخ هو أن الدراسات الإنسانية جاءت آنذاك لكي تلعب دورا أكثر أهمية في مناهج الدراسة، وكان الإنسانيون والمولعون بالدراسات الإنسانية من أكثر الناس نقدا وتهجما على نظام التعليم عموما بقصد إصلاح مفاسده. فنجد أستاذا جامعيا من أصحاب النزعة الإنسانية في القرن الخامس عشر وهو ايرمالو بربارو Ermalao Barbaro يبدي امتعاضه وسخطه الشديدين على الطريقة التي كان يدرس بها أر سطو وما كان عليه حال الدراسات الإنسانية في الجامعات الإيطالية. نراه يوجه نقدا لاذعا إلى زملائه الأساتذة ويتهمهم بالفظاظة والقسوة، بل لقد بلغ في هجومه عليهم حدا وصفهم فيه بأنهم برابرة سطحيون. فلقد أنكر عليهم أن تكون آراؤهم خالدة أبد الدهر أو أن تكون عظمتهم وشهرتهم أزلية مطلقة.

كانت المواجهة قائمة إذن بين أنصار النزعة الإنسانية من جهة وأنصار العلم من جهة أخرى. وما إن نتعمق في البحث عن الإشكالات التي انصب عليها النقد من قبل الإنسانيين والعلماء حتى نجد أن طبيعة التعليم وفلسفته ومناهجه هي التي كانت محور الخلاف وموضوع النقد ومجال الأخذ والرد.

ولقد عبر ماتيو بالميري Matteo Palmieri وهو من أصحاب النزعة الإنسانية في القرن الخامس عشر عن ذلك بقوله بأن من الناس من يصرف جهده ووقته في دراسة فنون غامضة وصعبة كالفلسفة مثلا، ثم يضيف بالميري بأن هذه الفنون لا تضفي على حياة الإنسان مزيدا من السعادة ولا هي تجعل حياته أكثر انتظاما وتكاملا، لذا صح-بحسب رأيه-أن يبتعد الناس عن ممارسة هذه الفنون أو طلبها وحق عليهم أن يظهروا معارضتهم لها. فما نفع معرفة وما جدوى فن يسعى إلى البرهنة على أن الإنسان يختلف عن الحمار مثلا. فالجهد عقيم والوقت ضائع في فن كهذا ولا خير يرجى من جهد يصرف لإثبات أن الإنسان نوع متميز عن الحيوان جميعا أو ما شابه ذلك من موضوعات سطحية. لكن خذ في المقابل-وكما رأى بالميري-موضوعا آخر تحاول أن تثبت من خلاله أن الإنسان خلق لأجل أن يكون فاضلا وأن للفضيلة منهجا خاصا بها. الأمر مختلف هنا إذن باعتبار أن إثبات ذلك من شأنه أن يهدي الناس إلى ممارسة السلوك الفاضل ومن ثم تحصيل الفائدة وتوفير السعادة للفرد والجماعة على حد سواء. ولعل من المستحسن لأجل أن تتضح لنا بعض معالم الصراع الذي كان دائرا بين الطرفين-الإنسانيين والعلماء-أن نذكر أن بعض أنصار النزعة الإنسانية قد ذهبوا بعيدا في نقدهم لمنهج خصومهم وأغراضه حتى بلغوا حدا نادوا فيه إلى نبذ علم الحساب والهندسة والموسيقى وعلم التنجيم وطالبوا بإلغاء هذه المواد من مناهج الدراسة بحجة أن موضوعاتها صارت تافهة ولا يؤدي تعلمها إلى حياة افضل أو تضفي دراستها على حياة الإنسان سعادة أكثر.

ولكن يجب ألا ننسى كما رأى بولوخ إن معارضة أنصار النزعة الإنسانية لنظام التعليم آنذاك ودفاع المدرسين الاسكولائيين عنه يجب ألا يطمس معالم العلاقة والصلات الوثيقة التي تربط بين الميدانين. فالتعارض بين النظامين وما صحبه من نقد ودفاع عن منهج تعليمي أو آخر قد أجبر أطراف النزاع على مراجعة مواقف كل منهم وإعادة النظر في بعض أهداف التعليم ككل مما انعكس أثره على التعليم العالي والثانوي في إيطاليا. فلقد كان ذلك الزخم الفكري وتضارب الرأي حول التعليم مبعث جهود إصلاحية استهدفت فلسفة التعليم ومناهجه. فلا عجب أن رأينا أثر تلك الجهود واضحا على خطط التعليم الجامعي كما وكيفا. فكان هناك أولا زيادة في

عدد المحاضرين في مواد الدراسات الإنسانية كما ظهر واضحا في مدرسة بولونيا .Bologna، أضف إلى ذلك أن عددا كبيرا من أنصار النزعة الإنسانية الشهيرين توجهوا إلى الجامعة واتخذوا من التدريس فيها مهنة لهم. وأمر آخر عدا هذا وذاك هو إنشاء الإنسانيين عددا من المدارس الثانوية التي طغى فيها تعليم المواد الإنسانية والتي غالبا ما كان الطلاب فيها يواصلون دراساتهم الجامعية بعد ذلك.

ولعل سائلا يسأل هنا عن أثر تلك النزعة الإنسانية وتيارها القوي في ميدان التعليم في إيطاليا ؟ الواقع أنه كانت هناك انعكاسات هامة على ميدان التعليم بفضل تلك النزعة أولها أن الطلبة كانوا أكثر استعدادا وتهيؤا لمواجهة التعليم الجامعي. صحيح انه يتعذر كثيرا إثبات ذلك بطريق مباشر- كما رأى بولوخ-ولكن إثباته بطريق غير مباشر أمر يسير تماما.

فعندك مثلا ظاهرة دخول الطلبة إلى الجامعة في سن مبكرة نسبيا، وكذلك نجد أن اللغة اللاتينية لم تكن لغة المحاضرات في الجامعة فحسب بل كانت-من الناحية النظرية-لغة الحياة الجامعية ككل. أما مستوى إدراك الطلبة للغة اللاتينية فقد ظهر متذبذبا على نحو واضح جدا، إذ إن الدراسات الإنسانية-بطبيعتها كانت تستوجب معرفة اللغة اللاتينية والتشديد على فهمها. وقد أوجب ذلك التشديد بدوره معرفة وتكريسا مركزا لتلك اللغة في مناهج الدراسة الثانوية الجديدة بحيث يكون الطلبة أكثر إقبالا وتهيؤا للدراسة الجامعية بعد ذلك ومن غيرما إهدار لوقت يصرفونه في تعلمها في الجامعة. يتحدث ماتيو بالميري عن التغيرات التي حدثت آنذاك فيقول بأن الناس كانوا إلى عهد قريب يقضون معظم حياتهم في دراسة قواعد اللغة وإعرابها وطريقة تراكيبها. وقال بأن مستوى الأساتذة كان متدنيا وكذلك مستوى الكتب والمناهج عموما. أما الفوضى واختلاط الأمور فقد كانتا متفشيتين إلى درجة أن قواعد اللغة والفلسفة وبعضا آخر من فروع الدراسة كانت جميعا متشابكة ومختلطة في كل عجيب. أما وقد جاء العصر الذي عاش فيه بالميري-كما يصفه هو-فأن تقدما حقيقيا طرأ على أوضاع التعليم التي سادت في عهد آبائه وأصبح واضحا أن الطلبة سرعان ما يتعلمون قراءة اللاتينية وكتابتها بينما كان ذلك يستلزم في الماضي قضاء عمر بكامله.

يرى بولوخ أنه حتى لو افترضنا وجود مبالغة فيما ذكر بالميري حول التغير الذي طرأ على مناهج الدراسة وأساليبها فإن شيئا من الحقيقة يظل-رغم ذلك-قائما ولا يمكن إغفاله، أو قل بأن شيئا ما قد حدث مستهدفا نظام التعليم وإن لم يكن ذلك يطابق بالضرورة الصورة التي رسمها بالميري. وخلاصة الرأي عند بولوخ هي إن الإنسانيين بتهيئتهم للطلبة وعن طريق رفع مستواهم العلمي واللغوي نراهم قد أسهموا في تغيير طبيعة التعليم وفلسفته ومناهجه.

يشير بولوخ بعد ذلك إلى أن منهج النقد عند أنصار المذهب الإنساني قد يسر دخول طرق وتقنياتtechniques جديدة إلى رحاب الجامعة وكان هجوم الإنسانيين على مناهج التعليم السائدة بمثابة حافز أمام مؤسسات التعليم التي كانت تنهج نهجا محافظا لكي تعيد النظر في سياساتها وتقدم على تطبيق سياسات تعليمية تقدمية ومنفتحة. ولعل كل هذا ينطبق بشكل واضح على طرق التعليم الراديكالية التي أدت في نهاية الأمر إلى ظهور الكتب المطبوعة. وعلى الرغم من أن الطباعة والكتب المطبوعة كانت ابتكارا ألمانيا إلا أن الطباعة لاقت أعظم رواج لها في مدن الجامعات الإيطالية إبان القرن الخامس عشر. ولعل أهمية الطباعة تظهر بوضوح عندما نستعرض ما كان عليه حال الكتاب قبل ذلك، إذ كانت فئة قليلة جدا من الطلبة ينعمون بحصولهم على بضع محاضرات أو عدة صفحات من مادة دراسية مقررة، لذا كان محتما على الأستاذ المحاضر أن يملي على الطلبة مقتطفات من هنا وهناك، وأن يعيد على الطلبة فقرات طويلة متشابهات في معناها، ناهيك عن أنه كان مجبرا على شرح الوقائع التاريخية والجغرافية التي يأتي على ذكرها في محاضراته، وأن يحلل بناءات الجمل بتفاصيلها وان يكثر من إعطاء أمثلة حول استعمالات القواعد وغير ذلك كثير. أما في العلوم فقد كان المنهج القديم ممثلا خير تمثيل بما كانت عليه الشروحات التي أجريت حول كتابات أرسطو وأمثالها وهى التي بلغت ذروة كمالها في النصف الثاني من القرن الثالث عشر وبخاصة أعمال القديس توما الاكويني Thomas Aquinas. وشروحاته. أما حصيلة ذلك النظام القديم ونتائجه الوخيمة فقد كانت ظاهرة في تبعية الطلبة للكتب المقررة واعتمادهم عليها والتصاقهم بما جاء بها التصاقا تاما أدى في كثير من الأحيان إلى طمس

كل محاولة لتطوير وسائل التعليم وابتكار الجديد بقصد تحسينها فالطلبة آنذاك-على عكس الطلبة اليوم-لم يسعوا إلى المعارضة أو الاحتجاج ضد أسلوب التلقين في الدراسة لأن أسعار الكتب كانت باهظة إلى درجة جعلت من المتعذر جدا-إن لم يكن من المستحيل-عليهم أن يتعلموا أو يحصلوا على المعرفة بوسائل أخرى. لم يكن أمام الطلبة غير الرضا بأسلوب التلقين وحفظ المادة حفظا ومن غيرما فهم أكيد لبعض الأمور أحيانا.

وما إن اخترعت المجاعة حتى رأينا أنها أحدثت تغييرا جذريا في مجرى الأمور وتبدلا عظيما في طبيعة التعليم ومناهج الدراسة. رأينا مثلا توافر المجلدات الضخمة المقررة على الطلبة وسهولة اقتنائها من قبلهم جميعا تقريبا بفضل انخفاض أسعارها انخفاضا عظيما. كذلك يشير بولوخ إلى أن أكثر الكتب رواجا عند بائعي الكتب ومبيعا كانت الكتب الدراسية أو المقررات الجامعية، ويضيف إلى ذلك إنه كانت هناك جملة عقود أبرمها الأساتذة مع أصحاب المطابع وبائعي الكتب لأجل أن يتوفر الكتاب ويصبح في متناول الطلبة-وتنص تلك العقود على أن يختار الأساتذة بعضا من الكتب المعدة للطباعة لأجل مراجعتها والتعليق عليها قبل أن تطبعه وتلقى على الطلبة في الجامعة محاضرات حولها بعد طباعتها، ومن الطبيعي أن يسعى الطلبة إلى شرائها بعد أن يزكيها الأساتذة المحاضرون. ويستطرد بولوخ في استعراضه للعلاقة التي تربط بين طباعة الكتاب والطلبة قائلا بأن معظم دور الطباعة الإيطالية كانت مقامة قرب المدن الجامعية.أما أبلغ أثر تمخض عنه الانتشار الواسع للكتب المطبوعة-كما يرى بولوخ-فقد كان تخلي الأساتذة المحاضرين أحيانا عن اعتلاء منصة لإلقاء المحاضرة ونزولهم عن المنصة متى استوجبت المناسبة أو مادة الدرس نزولهم بغرض الشرح أو التعليل. خذ علم التشريح مثلا على ذلك تجد أنه قبل أن تظهر الكتب المطبوعة كان معظم أساتذة التشريح يقفون على مكان خاص بعيد بعض الشيء عن الموضع الذي كانت تشرح فيه أجسام الكائنات، وما يكون من الأستاذ أثناء عملية التشريح سوى قراءة مقتطفات من كتاب ما شارحا ما يلاحظه الطلبة أمامهم في الوقت الذي يقوم فيه أحد مساعديه أو رجل ما بعملية التشريح نفسها. كانت المحاضرة في التشريح أحيانا ثلاثية المراحل، فكان هناك الأستاذ المحاضر من ناحية، ورجل يقوم بمهمة الإشارة إلى

مختلف أجزاء الجسم ومواضعه من ناحية ثانية، ورجل أخر يقوم بعملية التشريح ذاتها من ناحية ثالثة. أما نتيجة ذلك كله فهو أن الطلبة كانوا يحفظون المعلومات عن ظهر قلب من غير ما علاقة وطيدة تربط بين ما يلقن إليهم وبين ما يدور أمام أعينهم. أما وقد ظهرت الطباعة في الوقت الذي كان الإنسانيون فيه يشنون حملاتهم ضد طبيعة التعليم الجامعي ومناهجه فان التغيير في فلسفة التعليم أصبح اكثر سهولة ويسرا[1].

8 العلم الحديث بين الشك واليقين

أ- لم يكن المؤرخون في العلم على اتفاق حول أهمية أثر التيارات الفكرية التي سادت عصر النهضة على العلم وتطوره. فها هو هاركورت براون Harcourt Brown يرفض الاعتقاد بقيام علاقة بين عصر النهضة والعلم. وما كان براون يقف مثل هذا الموقف إلا لأنه يفهم العلم بمعنى محدد يختلف عن فهم غيره له. نراه يحاول أولا أن يحدد كلمة «العلم» .science ماذا يقصد بها على وجه التحديد إذ طالما عمل الناس-كما يقول براون-على تطويع الكلمة على نحو يتناسب مع أغراضهم. فنرى العالم يفهم الكلمة فهما خاصا بحيث يجب أن تكون العبارة رياضية، ودقيقة، وموضوعية ويفهمها السامعون على نحو واحد لا اختلاف بينهم فيه كما يجب أن يتعزز صدق نتائجها باطراد المناسبات التي تصبح فيه محكا لاختبار صحتها. وإلا أصبحت كلمة العلم خالية من كل معنى أو مشوشة على أقل تقدير. فلا يعير العالم انتباهه لكلمات براقة وطريفة تتناول أحداث العالم ومجريات الأمور مهما كان أثر وقعها على السمع محببا طالما كانت العبارة أو الكلمة

غير دقيقة، وذاتية. نعم ربما كان هناك من الكلمات أو العبارات ما تهفو إليه النفس كما يقول براون، بل لعل هناك عبارات تحاول أن تفسر الوقائع تفسيرا مشوقا ومثيرا ولكنها تظل مع ذلك بعيدة عن العلم ومجافية لشروطه.

يشير براون بعد ذلك إلى أن أستاذا اسمه ايروين بانوفسكي Erwin Panofsky كان قد تقدم ببحث إلى ندوة في عام 1952 وهو بحث يرفضه براون ويشك تماما في صحة ما ذهب إليه كاتبه.

والتفاته إلى البحث نفسه نقول بأن بانوفسكي كان يقول بوجود نهضة فعلية ما بين سنة 1300-1600 ميلادية تتمثل في هندسة البناء والتعمير إبان تلك الفترة مما يوحي بقيام تطور جذري في ميداني العلوم والآداب على حد سواء. ولقد رأى بانوفسكي أن معايير العلم والآداب والفنون وأسسها التي كانت قائمة إبان تلك الفترة كانت جميعا مختلفة عن نظيراتها في القرون الوسطى كما الاختلاف الذي نلحظه بينها وبين معايير العلم والفنون والآداب في عصرنا الحاضر. من هنا ذهب بانوفسكي إلى أن التطور والتساوق في تقدم العلوم والفنون والآداب إبان عصر النهضة كان عظيما إلى الحد الذي يصعب معه القول بأنها كانت ميادين بحث مختلفة ومنفصلة. فعصر النهضة-كما رأى بانوفسكي-كان عصر انفتاح ميادين البحث بعضها على بعض أو قل بأنه عصر تحطيم للحواجز التي كانت تفصل بين ميادين الدراسة والنشاطات الفكرية التي كانت قائمة في العصور الوسطى قبل ذلك. فلقد اسهم العلم، كما يقول، بنصيب وافر في تطوير الفنون الجميلة كإسهام الفنون والآداب نفسها في تطوير العلم ذاته. وذهب بانوفسكي من عرض ما ذهب إليه إلى أن الفنان كان مقلدا لأعمال غيره من الفنانين في العصر الذي سبق عصر النهضة، أي أن الفنان كان ينسج على منوال أسلافه أو معاصريه إبان العصور الوسطى. أما وقد جاء عصر النهضة فإن الأمر بات مختلفا بعض الشيء إذ راح الفنان يحاكي الطبيعة ذاتها ويأتي بنتاج تمليه عليه الطبيعة لا البشر. ورأي كهذا يؤدي بنا إلى القول كما يقول براون بأن الفنان كان أسبق الناس إلى ممارسة العلم، وكان هو أول علماء الطبيعة المشتغلين بميدان العلوم. غير أن براون يعارض كل فكرة أو قول حول إسهام الحياة الفكرية إبان عصر النهضة في تطور العلم ولذا فهو يرفض ما قال به بانوفسكي ويشير إلى إن كل الافتراضات التي قال

بها بانوفسكي لا تتسق مع فهم العلماء للعلم وتحديدهم لمفهومه. ويستطرد براون بعد ذلك قائلا بأن محاولة دعم فكرة ما من خلال الإتيان بالمتشابهات أو المتماثلات analogies أمر لا يستقيم على الإطلاق. فلا تستطيع مثلا أن تقول بصحة نظرية لمجرد أن هناك أحداثا تماثلها أو أن تأتي بصور «فوتوجرافية» تظن بأنها تؤيد زعمك ووجهة نظرك. فأقل ما يمكن الاعتراض عليه هنا هو إن هناك قرائن وشواهد أخرى تدحض النظرية أو الزعم الذي تقول بصحته. ولا تستقيم نظرية إلا متى أخذنا في اعتبارنا كافة الشواهد والاحتمالات التي تؤيد أو تعارض صحتها على حد سواء. فالعلم-بناء على هذا التصور كما رأى براون-هو تركيبة فكرية intellecual construct وليس مجموعة من العبارات المنفصلة ينطق بها رجل يحاول أن يثبت دعواه من خلال طرح تصورات يظن أنها تؤيد وجهة نظر ما. لقد يأتي رجل بكلام طريف حول وجهة نظر معينة، بل وقد يحاول أن يدلل على صحتها بإيراد بعض القرائن.. أو ما يشابه ذلك، لا بل قد يزيد على هذا وذاك بأن يعرض بعض الصور «الفوتوجرافية» أو النقوش أو سواها مما يظنه يدعم وجهة نظره وصحة دعواه، ولكن قلما يعتد باحث رزين بكل ذلك. الأكثر من هذا، كما يقول براون-هو أنه ربما استعان ذلك الرجل الذي أراد أن يدس وجهة نظره بمنظار مقرب (تلسكوب) أو بمنظار مكبر (مايكروسكوب) أو بآلة تصوير «فوتوجرافية» أو غيرها، وصحيح إنه في كل ذلك يركن إلى استخدام أدوات تكنولوجية، ولكن هذه جميعا إن هي إلا وسائل تعين الباحث في بحثه ولكنها محال أن تقوم مقام عقله. لا تستطيع تلك الوسائل. على أية حال-أن تنجز ما يمكن أن ينجزه ذهنه حول ترتيب النتائج ضمن تركيبة فكرية معقولة ومنطقية. ومن هنا يذهب براون إلى القول بأن قيمة أي نظرية صائبة تكمن في قدرتها على تفسير ما حدث للعلم والفنون والآداب بعد سنة1605 ميلادية. رأى براون بمعنى آخر إن كل نظرية جيدة ومتماسكة هي التي تتصف بقدرتها على تفسير ما حدث أو يحدث، وعليه فإنه لا بد وأن تكون هناك أسباب معقولة حول تساؤل هام وهو: لماذا انفصل العلم عن الفنون والآداب بعيد القرن السابع عشر ولماذا سار كل من ميداني البحث هذين في طريق مختلف ؟ رب قائل هنا بأن الغاية التي يسعى العالم إلى تحقيقها لا تتمثل في رسوم بيانية أو صور توضيحية تفسر أو تقرب ما

يجول في ذهنه ويدور في خاطره إذ إن ذلك كله بمثابة خطوة مبدئية تعقبها خطوة اكثر وأهم وهي التي تتحول بها تلك الرسوم البيانية إلى حقائق علمية وتتحول فيها صور الإيضاح إلى واقع محسوس. لقد رأى العلماء إن إنجازهم الحق لا يتمثل في رسم خطة أو تصور فكرة وإنما في تجسيد كل ذلك في جهاز ينجز مهمة محددة أو في آلة تستخدم في شأن ما وينقع بها الناس. من هنا راح براون يشن حملة على ما قال به بانوفسكي ويصف أفكاره بأنها خاطئة إلى حد كبير. فلا يهتم العالم-كما يرى براون- في أمر ما أو شيء إلا متى ما أدى به ذلك إلى لون محدد من المعرفة يتمثل في المجموعة أو المجموعات class or classes التي لا يعدو ذلك الشيء أن يكون فردا فيها، أو قل بأن اهتمام العالم ينصب على شيء ما لا بوصفه هوية قائمة بذاتها بل بوصفه فردا ضمن مجموعة أو صنف محدد. فالعالم بوصفه عالما-وكما يرى براون-لا يقف جامدا أمام الشيء بل الشيء يصبح موضع اهتمامه ومحط اعتباره متى أمكن ربطه أو إيجاد علاقة بينه وبين قضايا اكثر أهمية. فمن خصائص محددة يتصف بها شيء ما نستطيع أن نستخلص أشياء أخرى اكثر أهمية وأرفع شأنا.

من هنا رأى براون بأنه متى اخذ بهذا الرأي فإنه يمكن تعليل الانفصال الذي طرأ على الفنون والآداب من جهة والعلم من جهة أخرى وذلك بعد أن كان التياران يسيران باطراد في خطوط متوازية. ناهيك بعد هذا-وكما يرى براون من أن وجهة النظر التي قال بها بانوفسكي تصبح متهافتة وعديمة الجدوى لمؤرخي العلم.

وفي محاولة لإلقاء مزيد من الضوء على أفكاره نرى براون يذكر الجهد العظيم الذي بذله شارلز سنجر Charles Singer وبعض من زملائه في إخراج مؤلفهم الضخم «تاريخ التكنولوجيا» History of technology والذي يقع في خمسة أجزاء فيقول بأن ذلك الجهد العظيم لم يقطع برأي حاسم حول دور عصر النهضة في تطور العلم. فنادرا ما نلحظ في ذلك المؤلف تقطيعا أو تقسيما لمسيرة التاريخ إلى فترات. Periodization وكأنما كل فترة تتميز بخصائص جوهرية تجعلها مختلفة تماما عن فترة سابقة عليها أو لاحقة. لا يقع القارئ كما يقول براون كذلك على ما اصطلح عليه بعض المؤرخين حول أهمية القرن الخامس عشر quattrocento باعتباره نقطة تحول في

تاريخ العلوم والآداب. أما النزعة الإنسانية وإعلامها فان ذكرهم يأتي عابرا في ذلك المؤلف من غير مبالغة أو تشديد على أهمية إنجازاتهم الفكرية. ويستطرد براون بعد ذلك فيقول بأن الخاتمة التي سطرها سنجر في المجلد الثاني للكتاب المذكور كانت في الحقيقة عرضا ممتازا وشيقا لتاريخ التكنولوجيا وتطورها منذ القديم وحتى القرن السابع عشر. ولكن سنجر-كما رأى براون-كان قد ذكر بأن التكنولوجيا التي ابتكرها الإغريق والرومان لم تكن ارفع شأنا أو اشرف رتبة من أشكال التكنولوجيا التي ظهرت في عصر الإمبراطوريات التي سادت قبل ذلك. فكل نمط تكنولوجي جديد وكل ابتكار في ميدانها-كما رأى سنجر-إنما يختلط مع أنماط التكنولوجيا وسماتها في العصر الذي سبقه أكثر من سعيها إلى التفرد بنمط خاص بها أو إبراز معالم تتفرد بها وكأنما الصلة مقطوعة بين الماضي والحاضر أو كأنما لا علاقة بين الجديد والقديم في التكنولوجيا وتطور مسيرتها. يرى سنجر مثلا أن شمال غرب أوروبا كان حتى سنة1305 ميلادية متخلفا إلى حد بعيد عن منطقة الشرق الأدنى وهي المنطقة التي كانت بدورها أدنى رتبة وتقدما من الشرق الأقصى في مجال العلم والحرف الدقيقة. أما في الفترة ما بين 70 قبل الميلاد الى1505 ميلادية تقريبا فإن الحضارات الشرقية كانت في أوج رفعتها إذ أسهمت أيما إسهام في إدخال التكنولوجيا إلى الغرب وتطويرها. وقد تم ذلك بصورة مباشرة أحيانا وأحيانا أخرى عن طريق البيزنطيين، وأحيانا ثالثة عن طريق المسلمين. فمن الشرق جاءت صناعات استعصى على الغرب أن يصنع شيئا بمثل جودتها، كالأنسجة وأنواع الأقمشة والفسيفساء والحرير والمصنوعات العاجية وصناعات الخزف والزجاج والصناعات المعدنية، أما العلم-كما رأى سنجر-فقد أخذه الغرب عن الإسلام كما الحال في الخيمياء alchemy والتنجيم astorology.، والرياضيات، وكثير من المواد والسوائل والعناصر والأدوية والأصباغ وآلات الضبط الدقيقة وأساليب البناء المبتكرة وطرق الزراعة وإنتاج المحاصيل. ويضيف سنجر إلى ذلك قائلا بأن الغرب كان قد اكتسب من العالم الإسلامي صورا أخرى تمثلت في أساليب النقل والمواصلات وعمليات التعدين وفنون الحرب والتسلح وإنتاج البارود والورق وفنون الملاحة وأدواتها.

الفكرة التي يريد أن يخلص إليها سنجر-كما يقول براون-هي أنه يجب النظر بإمعان وموضوعية عند الحديث عن تاريخ التكنولوجيا، وان يجب إعادة النظر في بعض مفاهيم الغربيين-وهي مفاهيم كثيرا ما يقدسونها-ويقيمونها من جديد. ويفسر براون ما يرمي إليه سنجر بقوله إن تاريخ الفنون والحرف والصناعات التي عرفها الغرب إنما هو تاريخ الاقتباس الدائم والتشرب المتصل لأدوات كثيرة وأساليب في البحث عديدة استقاها الغرب من مصادر مختلفة أو قل بأن تاريخ التكنولوجيا والفنون في الغرب إنما هو حصيلة خبرات الأمم السابقة والحضارات التي سادت في بقاع الأرض المختلفة وذلك قبل أن تنصهر في بوتقة الحضارة الغربية الحديثة. فالقضية هنا إذن هي قضية اقتباس وتمثل أو تشرب بخبرات السابقين أكثر منها قضية تفجر مفاجئ لعبقرية عظيمة أو ابتكارات تكنولوجية فريدة حدثت في الغرب عل مدى قرنين من الزمان بعد سنة 1450 ميلادية. لقد رأى سنجر-كما يعلق براون-إن رحلات الحجاج الغربيين والتجار والمستعمرين والسفراء والمهاجرين والحروب الصليبية كانت جميعا عوامل إذكاء لروح البحث والابتكار ووسائل نقل لخبرات عظيمة تمثلها الغرب وأدت في آخر المطاف إلى ظهور الحضارة الأوروبية الحديثة. لقد جلبت كل تلك العوامل منتجات الشرق وصناعاته إذ إن في التاريخ-كما قال سنجر-شواهد على أن الغربيين كانوا ميالين إلى تقليد المنتجات الشرقية ومحكاة الشرقيين في إبداعاتهم وفنونهم. ولكن لما فترت ثورة ذلك التفاعل الفكري والحضاري بين الشرق والغرب إبان القرن الخامس عشر ظلت آثار الشرق ومآثره قائمة في حياة الغرب ونواحي ثقافته على الرغم من أن الصناعيين الغربيين وأصحاب الحرف منهم كانوا آنذاك قد تمثلوا سمات التقنية الشرقية. فمنذ أواخر القرن السادس عشر-وباطراد الأثر الكبير الذي لعبه العلم في ميدان الصناعة-ابتدأت الأحداث تأخذ مجرى معاكسا. أصبحت الأفكار العلمية والابتكارات تتجه من الغرب إلى الشرق. وكذلك رأى براون بأن إحدى الأفكار الرئيسية التي قال بها المشرفون عل كتاب تاريخ التكنولوجيا هي أن أثر العلم على التكنولوجيا قد ظهر على نحو واضح في نزعة «الإنتاج بالجملة» mass production وهي نزعة تمثل لنا تراكم الخبرات والمهارات في صناعات كثيرة وكذلك هيمنة العمال ممن لم

يكونوا يتمتعون بموهبة الابتكار والنظر الثاقب على ميدان التجارة.

تميز الشرق بتكنولوجيا رفيعة من غيرما علم، وقد تم ذلك عبر تطور بطيء وتدرج استغرق آلاف السنين فكانت حصيلة ذلك الجهد أن ظهرت نتائج باهرة لم يكن-وربما لن يكون لها نظير. أما في الغرب-كما رأى براون- فإن نظرة علمية قد أفرزت ضربا جديدا من التكنولوجيا قلما اعتمد على ملكة الابتكار وموهبة الحرفة الدقيقة-التي يمكن أن يتمتع بها فرد مصادفة- بقدر ما اعتمدت على وسائل الضبط والقياس الدقيق واستخدام حسابات وتسخير آلات هي بدورها نتاج آلات وصناعات رفيعة.

ويشير براون إلى أن سنجر لم يكن يرى في تلك الفترة نهضة حقيقية كما لو أن أحداثا فريدة تماما وقعت آنذاك، ولذلك رأى براون إن اصطلاح «عصر النهضة». Renaissance إنما هو خطأ شائع بين الناس ويحسن تلافيه لأنه اصطلاح خال من أي مضمون أو إنه غامض جدا على أقل تقدير. ويستشهد براون على ذلك بأن الأحداث والأعمال التي تمت إبان تلك الفترة وحتى سنة 1550- وهي الأعمال التي سجلها سنجر في تاريخ التكنولوجيا-إنما هي حصيلة تشرب الغرب الأوروبي لحضارة الشرق وتطويع الإنجازات والمهارات الشرقية لكي تناسب ظروف الغرب ونمط الحياة فيه. الذي يراه براون إذن هو انه نادرا ما كانت الأعمال والأحداث التي حدثت إبان تلك الفترة تفصح عن جديد أو حدث فريد بقدر ما كانت تفصح عن اقتباس وتعديل وتطويع طفيف لأنماط حضارية سادت قبل تلك الفترة في بقاع أخرى من العالم. ويضيف براون إلى ذلك بأن الناس الذين عاشوا فيما بعد كانوا يظنون خطأ أن تكييف نتاجات الشرق وتطويع مهاراته لكي تناسب حياة الغرب وظروف المعيشة فيه إنما هو تغير جذري وتحول مفاجئ وسريع في أساليب الحياة ومظاهرها، ناهيك عن أن التطورات التي حدثت في ميداني السياسة والاقتصاد قد عملت على دعم ذلك الظن وترسيخ وهم تصوره الناس حقيقة. لقد رأى براون أنه قليلا ما عملت الطواحين وعمليات التعدين، وأدوات النجارة وآلات الحراثة وحبال الأشرعة والصواري، وصناعة الحديد وصب المعادن وصناعة الصابون وغيرها مما استقاه الغرب من الشرق، أقول بأن براون قليلا ما رأى في تلك أحداثا فريدة أو أنها جديدة تماما على نحو يمكن القول بموجبه أن تغيرا عظيما طرأ على

مجرى الحياة في أوروبا أو إن تحولا جذريا وسريعا أتى على فكر الناس وسلوكهم. رأى براون أن الحضارة القديمة أصبحت ثابتة إبان تلك الفترة وأن الحياة ظلت جامدة قرابة ثلاثة قرون ولم يكن هنالك تغير هام في حياة الغرب إلا مع طلائع الثورة الصناعية.

أما الميدان الذي شهد تقدما هائلا وتطورا عظيما -كما رأى براون- فإنه كان ميدان العلم والبحث العلمي. وعندما يتحدث براون عن العلم فإنه يقصد به معنى محددا يتمثل في ثورة فكرية intellectual revolution حدثت عند نهاية القرن السادس عشر، أو قل بأنها بدأت مع بداية القرن السابع عشر على وجه أصح، إذ شهدت تلك الفترة أعمال جاليليو وديكارت وهارفي وغيرهم من المفكرين العباقرة إبان تلك الفترة اللاحقة. ويضيف براون إلى ذلك قوله بأن الرأي الذي طرحه سنجر في خاتمة المجلد الثاني من «تاريخ التكنولوجيا» يشير إلى أن الفترة التي يطلق عليها اسم «عصر النهضة» هي أشبه ما تكون بفترة مخاض وترقب وتحفز لانطلاقة جديدة أكثر منها فترة إنجازات هامة أو ابتكارات فريدة ومحددة.

وإذ يأتي براون إلى الحديث عن المجتمع الغربي الحديث فإنه يقول بأنه قد ظهرت سلع ومنتجات لا يمكن أن تضاهي نظيراتها التي صنعت في الشرق من ناحية الجودة إلا إن ميزة السلع الغربية تمثلت آنذاك بوفرة الإنتاج أو قل بأنها كانت تفوق منتجات الشرق في جانب الكم لا الكيف. والذي يراه براون هو أن وفرة الإنتاج للسلع تعكس جانبا هاما جدا باعتبار أن السلع التي يصبح فيها الفن والمهارة التقنية مجدولين في ضفيرة واحدة يكون الطلب عليها ويكون الإنتاج فيها محدودا جدا بالقياس إلى السلع التي تلبي حاجات هامة وأساسية كالغذاء، والملابس الرخيصة وما شابه ذلك.

أما حصيلة هذا التيار الجديد الذي تمثل في وفرة الإنتاج والانصراف عن الجودة والمهارة الفائقة في التصميم فإنه ظهر في اضمحلال الفوارق الطبقية وذوبان المعالم المميزة التي كانت تفصل بين طبقة وأخرى. إذ لما كان الناس قبل عهد الإنتاج الوفير يعيشون في ظل النتاج اليدوي الذي يجود به الصناع المهرة بحسب استطاعتهم رأينا الغني يستأثر بالنتاج دون الفقير إذ كانت لكل حدوده وإمكاناته وسماته التي تميزه وكان الفقير أحيانا

يصنع بنفسه ما يحتاج إليه. فبيوت الفقراء وفناءاتها من الطين بينما كان الطوب والقرميد من نصيب الأغنياء الموسرين. وقل مثل ذلك في الملبوسات وأثاث المنازل وأبوابها وشبابيكها إذ كانت جميعها مصنوعة باليد وإن تفاوت الناس في اقتنائها تبعا لمستوياتهم الاجتماعية أو إمكاناتهم المادية التي كانت متباعدة إلى حد كبير. وبحلول القرن الثامن عشر وجدنا الصناعة يسرت وفرة عظيمة في الإنتاج لجميع الناس على اختلاف مستوياتهم. أضف إلى ذلك انحسار ظاهرة العامل الماهر من خلال تقلص الصناعات اليدوية التي كانت تشترط مواهب خاصة ونادرة. فكانت هناك وفرة في أعداد الكتب مثلا ولكن قليلا منها كان يضاهي في جودته الكتب في القرن السادس عشر. ولقد يستأثر العبقري أو التقني الماهر أو الصانع القدير باحترام الناس وتقديرهم، ولقد يحظى نتاج هؤلاء جميعا بإعجاب الناس وثنائهم ولكن لا لأن نتاجهم وخلاصة جهدهم يحمل في طياته قيما جمالية aesthetic values. وإنما لأن نتاجهم ينطوي على قيمة عملية في المقام الأول إن من جهة نفعها وحسن أدائها أو من جهة وفرة نتاجها وغزارته. ولقد رأى براون انه لما أصبح التعليم والعلم في متناول الجميع-سواء تم ذلك داخل المؤسسات العلمية أو من خلال الكتب التي زخر بها ذلك العهد- فإن نسبة المتعلمين والمثقفين باتت ترتفع باطراد على مر الزمن وبدأت تسود نزعة في أوساط بعض الناس وفي الجامعات سماتها أن العلم ماض في سبيله يكشف المزيد من أسرار الكون والحياة وإن العلوم الطبيعية آتية بما لم يكن للناس علم به من قبل.

يشير براون بعد ذلك إلى أنه لم يقع على اصطلاح «الثورة العلمية» من بين كتابات المؤرخين والمفكرين قبل أن يستخدمها الكسندر كواريه سنة 1943، ثم جاء كتاب هربرت بترفيلد «أصول العلم الحديث». The Origins of Modern Science في سنة 1949 وهو الكتاب الذي حدد فيه معنى «الثورة العلمية» وعمل على نشرها على نطاق واسع. وفي سنة 1954 عمل أ. ر. هول A.R. Hall على استخدام ذلك الاصطلاح في كتابه عن الثورة العلمية ما بين سنة1500- 1800. ثم اخذ الاصطلاح يكتسب أنصارا كثيرين منذ ذلك الحين واصبح القائلون به متفقين فيما بينهم على معناه ونطاق استخدامه. ويشير براون إلى إن كتاب بترفيلد هو محاولة استهدفت تقصي أثر العلم

على تيارات الفكر الحديث. ثم رأى بأن الكتاب ينطوي على تقييم طريف لمسيرة العلم ربما وجد فيه المهتمون بدراسة عصر النهضة مادة جديدة تعينهم على إعمال الفكر حول ذلك العصر من جديد، إذ انهم سيرون كيف أطاحت الثورة العلمية بسلطان الفكر القديم وقضت على أفكار العصور الوسطى وكيف بزغ فجرها ثم شاع نورها حتى فاق كل عظيم منذ عهد المسيحية وبدء ظهورها.

ويبدو أن براون كان معجبا جدا بأفكار بترفيلد وتحليلاته إلى الحد الذي راح يسرد فيه رأي هذا الأخير في الثورة العلمية وفهمه لها باعتبار إنها ثورة عظيمة ومنعطف تاريخي هام بقدر ما شقت للفكر طريقا جديدا وجعلت تصور الناس للعالم وفهمهم له مختلفا. ويستطرد براون في معاضدته لبترفيلد حين يعمد إلى تحليل معالجة هذا الأخير لكوبرنيكوس فيقول-أي براون-أن الإطار الذي ارتضاه بترفيلد أساسا للثورة العلمية هو الإطار الذي نكتشف من خلاله وجود تحول في عقول العلماء أنفسهم، كأن نقع على عبارات واصطلاحات جديدة حول مشكلات أساسية وبحيث تكون تلك الاصطلاحات والعبارات مخالفة بنظيراتها التي قيلت من قبل وأخذ الناس بها. أو قل بأن العبارات والاصطلاحات الجديدة تكون لها من قوة الإقناع وثبات الحجة ما يجعل التحليلات السالفة للمشكلات الأساسية خاطئة وممجوجة. فأقوال كوبرنيكوس-في رأي بترفيلد-وكما راح يسردها براون-مشوبة بأفكار حول قيمة الأشياء ونفعها concepts of value وتفسيرات غائية واعتقادات بحيوية المادة. ومن هنا كان كوبرنيكوس يجسد بوضوح وعلى نحو دقيق معالم تيار فكري بائد اكثر مما يشق للفكر مسارا جديدا أو قل بأنه كان لصيق الصلة بأرسطو وبطليموس وإن كان له نظام فلكي يختلف عما قال به سلفاه. نعم إن المرء يقدر الجهد العظيم الذي تمثل في الأفكار الفلكية لأرسطو وبطليموس والتي غلبت عليها الأساطير والخرافة إلاّ أننا يجب ألا نبالغ كثيرا في إطراء تلك الأفكار باعتبار أنها خالية اليوم من أية قيمة علمية. من هنا رأى بترفيلد-كما ذهب براون-أن الباحث المدقق في أفكار كوبرنيكوس نفسها يشعر بأنه مفكر لا يختلف في فكره عن القديم، إذ لم تكن قبله ثورة في العلم ولم يكن هو أحد روادها.

هنا نأتي على سؤال هام وهو أنه طالما كان كوبرنيكوس لا يعد من

طلائع الثورة العلمية فمن هم إذن أولئك الاعلام الذين ابتدأت الثورة بهم وبزغ فجرها على أيديهم؟ الجواب عند بترفيلد يتمثل في اعلام القرن السابع عشر ومن تلاهم. ولما كان براون يشاطره الرأي في ذلك فإنه راح يطري معالجة بترفيلد لأفكار هارفي واكتشافه للدورة الدموية مثلا إذ أن ذلك يعد جانبا واحدا تمثلت من خلاله الثورة العلمية في ميدان الفسيولوجيا، وقل مثل ذلك في اكتشافات نيوتن Newton ونظرياته في الفلك والميكانيكا. السر كما رأى بترفيلد وبراون يكمن في أن اعلام الثورة العلمية وطلائعها قد التزموا بنمط فكري جديد واخلصوا لمنهج متميز تماما في البحث العلمي وتجاربه.

خلاصة الرأي إذن هي أن براون يعاضد بترفيلد في قوله بأن عصر النهضة لم يكن عصر علم بالمعنى الدقيق أو بداية عصر العلم الحديث. فها نحن نراه يتساءل عما إذا كان زخم الفكر في عصر النهضة وتعدد اتجاهاته-مع الاعتراف بأثر الطباعة في بلورة كل ذلك-يفصح حقيقة عن سمة عامة لتيار الفكر آنذاك؟ وهل كانت هناك أسباب ونتائج محددة تبيح لنا-كما ذهب بعض الدارسين-النظر إلى ذلك العصر على أنه مرحلة تاريخية قائمة بذاتها نسميها عصر النهضة؟ يجيب براون على ذلك بالنفي ويقول بأن الأبحاث والتفاسير الحديثة في تاريخ العلم والتكنولوجيا لا تؤيد ذلك الزعم كما يبدو. ويضيف بأن كثيرا من نواحي الفكر آنذاك-سواء ما كان منها في مجال الفنون والآداب والعلم والفلسفة والدين وغيرها-لم تكن تشكل أحداثا متميزة، كلا ولم تكن التغيرات التي حدثت آنذاك مستمدة من مصدر واحد بعينه. نعم ظهر كوبرنيكوس قبل ظهور الثورة العلمية وكذلك ظهر كبلر ولكن تهافتت تيارات الفكر التي نسجت على منوالها بظهور طلائع المؤسسين للثورة العلمية أمثال هارفي وديكارت وإسحاق نيوتن.

لذا راح براون يؤكد على تأييده لبترفيلد في قوله بأن نظرة جديدة إلى تاريخ العلم وتقييمه على أسس سليمة من جديد. فالتاريخ-كما يقول براون-شأنه شأن ميادين الدراسة عموما هو نتاج المؤرخين أنفسهم، لذا يظل ميدانه خصبا كلما جد جديد في ميدانه وتواترت عليه أفكار حديثة تستحق الاهتمام والبحث. فإذا كان بعض المؤرخين الوضعيين-كما يرى براون-قد تعصبوا لفكر عصر النهضة ورجاله أمثال ليوناردو دافينشي وكوبرنيكوس

وفاسلياس فإن ذلك كان مرجعه فهم خاطئ لتاريخ العلم نفسه. فالمر يستحق إذن إعادة النظر وكتابة التاريخ من جديد.

ب- كان لجوان جادول. Joan Gadol رأي في عصر النهضة وأثره على تطور العلم، وكان رأيها مخالفا لوجهة نظر براون التي ذكرناها آنفاً فهي ترى أنه كان هناك تأثير متبادل بين النزعة الإنسانية والعلم في عصر النهضة. فلقد رأت كاتبتنا بأنه على الرغم من ظهور تيارات فكرية متعددة إبان عصر النهضة إلا أن تيارين اثنين من بينها يتميزان بأهمية خاصة هما تيار النزعة الإنسانية من جهة والنزعة العلمية من جهة ثانية، كما تمثلت في الرياضيات والبحث التجريبي. فمن الناحية التاريخية ترى جادول أن تيار النزعة الإنسانية ومبادئها قد ظهر وازدهر بفضل توافر بيئة ثقافية عقلانية rationally oriented culture تماما مثلما بزغ فجر العلم وتطورت مسيرته بفضل تأكيد الإنسان على حقه في تشكيل عالم الفكر والمادة بفعل قواه الذاتية الكامنة فيه. لذلك رأت جادول بأن بعض المؤرخين المتقدمين أمثال ميشليه. Michelet وبوركهارت Burckhardt قد ذكروا صراحة قيام تساوق بين الدراسات الإنسانية والفنون من ناحية وبين العلوم من ناحية ثانية مما أدى إلى ازدهار ذينك الميدانين وتطور البحث فيهما.

غير أنه قلما أيدت الأبحاث اللاحقة-كما تقول جادول-ذلك الرأي القائل بوجود تساوق أو نسبة طردية بين الميدانين. صارت الأبحاث المتأخرة-خصوصا تلك التي قام بها بعض مؤرخي العلم أمثال جورج سارتون. George Sarton ولين ثورندايك. Lynn Thorndike-تقول بدلا من ذلك بوجود تعارض بين الميدانين. فلقد ذهب أصحاب تلك الأبحاث إلى أن النزعة الإنسانية قد فشلت في اقتفاء أثر الرياضيات والعلوم القديمة ولم تتمثل خصائصها أو تصدع لإرشاداتها، بل عملت بدلا من ذلك على الوقوف حائلا دون إظهار النزعة العلمية أحيانا. فلقد حالت الدراسات الإنسانية دون اطراد مسيرة العلم عندما استسلمت لسيطرة العلوم القديمة في الحضارة اليونانية-الرومانية-Greco Raman culture ونظرت إليها كما لو كانت تلك العلوم السابقة تشكل غاية في حد ذاتها. لذا رأى سارتون وثورندايك-كما تقول جادول-أن العلم الصحيح قام حين حتم على المفكرين التخلي عن تراث الأقدمين السابقين وأوجب على الباحثين الاتجاه إلى دراسة الطبيعة مباشرة بدلا

من الاعتماد على معرفتها من خلال أقوال السلف ونظرياتهم.

وتقر جادول بقيام تعارض بين النزعة الإنسانية-التي تؤكد على أهمية الآداب والفنون-وبين النزعة العلمية التي تتمثل في الرياضيات والعلوم الطبيعية إبان عصر النهضة، ولكنها تضيف إلى أن ذلك التعارض يشكل جانبا واحدا لقضية ذات وجهين تراها تقول مثلا بأن التعارض بين النزعتين كان واضحا وكان أنصار كل طرف على علم أكيد بوجود الخلاف بينهم وبين الطرف الآخر. فنرى بترارك في مطلع النزعة الإنسانية يبدي امتعاضه من الدراسات المدرسية (اسكولاستيكية) بل ويشن هجوما عليها وعلى شتى ميادين المعرفة العلمية في عصره. ولم يكن هجوم مونتين Montaigne في أوج ازدهار النزعة الإنسانية بأقل من هجوم بترارك نفسه عليها. فقد ذهب إلى الاستخفاف بالعلم والى التسفيه بكل جهد يبذل في دراسة العلوم الطبيعية أو الرياضيات. وتعلن جادول صراحة بأن الخلق والإبداع كانا يتمثلان عند أنصار النزعة الإنسانية في دراسة آداب الأقدمين من شعر وتاريخ وفلسفة خلقية وما إلى ذلك من دراسات.

كان ذلك بمثابة جانب واحد من القضية إذ أن الجانب الآخر يفصح عن قيام صلات وثيقة تشد النزعة الإنسانية إلى العلوم.

والواقع إن التشابك والتعقيد الذي كان يربط بين النزعة الإنسانية والعلوم كان عظيما إلى الحد الذي جعل جادول تنكر وجود علاقة سهلة بينهما. كذلك راحت جادول تصر على صعوبة تحديد ملامح أي منهما-أي الإنسانيات والعلوم-من خلال سعيهما إلى احتلال مركز الصدارة في تيار الفكر آنذاك. وبغض النظر عن جوانب الخلاف والتباين بينهما في محاور الاهتمام، والمنهج، وأدوات البحث، فان النزعة الإنسانية والعلم-كما تقول جادول-يفحصان عن جانبين هامين يشتركان فيهما معا. فكلاهما يصر على أن العقل هو وسيلة المعرفة الحقة من جانب وإن مبادئ التفسير كامنة فيه أصلا من جانب آخر. فإذا كان هناك اتساق أو وحدة بين النزعة الإنسانية وبين العلم آنذاك فإنما يتمثل كل ذلك في منحى الفكر لذينك الجانبين الهامين. من هنا رأت-جادول-أن فكرة التعارض بين النزعة الإنسانية والعلم قد ظهرت نتيجة إحساس كل طرف من أنصار ذينك التيارين إلى أنه كان يعكس أو يستجيب بطريقة خاصة لعمل أو مهمة فكرية مشتركة: وهي

مهمة تحديد المنهج، والغايات التي تناسب كل ميدان من ميداني البحث اللذين يهتم بهما كل طرف. فوجه الاتفاق والاختلاف بمعنى آخر هو إن معارضة كل طرف لميدان البحث الذي يدرسه الآخر كان يستهدف تحديد حقل الدراسة لكل فريق وأي منهج يتحتم على كل طائفة أن تختطه لنفسها دون الأخرى. كانت هناك الطبيعة الخارجية في جانب والطبيعة البشرية في جانب آخر وكان الاهتمام منصبا على كشف حقيقة العالم الخارجي وهو الطبيعة والعالم الداخلي وهو الإنسان وتخليصهما مما كان قد علق بهما في الفكر السابق على عصر النهضة من أفكار دينية وميتافيزيقية. كان كل من ميداني البحث ذينك-أي الإنسانيات والطبيعة-يسعى إلى تحديد ميدان بحثه ومنهجه من خلال مقارنته بميدان الآخر، ولكنهما كليهما-في سعيهما نحو هدف عقلاني مشترك وفي تأكيدهما على قيمة العقل-نراهما غالبا ما يعين أحدهما الآخر ويعمل على تقدمه. ومن هنا رأت جادول انه لما كانت الدراسات الإنسانية تعمل على تحديد موضوعات بحثها ومنهجها وسعيها إلى إثبات سلامة نتائجها من خلال مقارنة كل ذلك بنظيره في ميدان العلوم الطبيعية فإنها عملت ولا شك على تطوير هذه العلوم وتقدمها. وقل مثل ذلك في سعي العلوم الطبيعية آنذاك إلى تحقيق الغاية نفسها. لذا خلصت جادول إلى أن ذلك السعي من جانب كل ميدان إلى تحديد موضوعات بحثه ومنهجه قد كشف عن جوهر العلاقة الجدلية التي كانت قائمة بينهما.

أما اعظم إنجاز حققته النزعة الإنسانية فقد تمثل في تأكيدها على أهمية الدراسات الإنسانية كالشعر والتاريخ والفلسفة الخلقية باعتبارها دراسات تستهدف معرفة الإنسان وهويته. وتقول جادول بأن منحى الدراسة ذلك قد أثمر نتاجا طيبا. فلقد عمل الإنسانيان-وعلى رأسهم بترارك-على البحث في طبيعة الإنسان، إذ نراهم قد أتوا في كتاباتهم التاريخية والخلقية بنظرة جديدة سعوا من خلالها إلى كشف ما يعرف بالحقيقة الذاتية أو الكون الداخلي-أي الطبيعة البشرية وغني عن الذكر-كما تقول جادول-بأن سعي الإنسانيين وأبحاثهم في هذا الميدان قد أرسى قواعد نظرة جديدة ومنهج جديد يهتم بالإنسان والحياة والتغير على حد سواء. فلقد كانت مشاعر بترارك وحسه الأدبي المرهف بداية تحول النظر إلى الأشياء من

نظرة جامدة إلى نظرة دينامية. فما قولك مثلا في إعجابه وتأكيده على أهمية اللغات الكلاسيكية وأساليب التعبير فيها، إذ أن موقفه ذاك قد يسر أمام الباحثين إقامة حد فاصل بين التعابير اللغوية والأدبية في روما القديمة وبين نظيراتها في العصور التي جاءت بعد ذلك. لقد كان بترارك-كما تقول جادول-مفتونا بماض مجيد انقضى عهده وإن أقل ما كان يطمح إليه هو أن يسعى إلى إعادة سيرة ذلك الماضي العتيد وإحياء ثقافته وآدابه من جديد. نعم ربما لم يكن بترارك ومن حذا حذوه على صواب-كما ترى جادول-حين عملوا على تقسيم مسيرة التاريخ إلى فترات Periodization متعاقبة لكل منها سماتها الخاصة بها، إذ إن ذلك التقسيم لا يسوغ تصنيف فترات التاريخ تصنيفا تتدرج بموجبه بين عال وهابط، أو أن تكون فترة ما أفضل من فترة أخرى. لقد رأى بترارك ومن عاضده في الرأي أن العصر الذهبي يتمثل بالفترة اليونانية-الرومانية القديمة-.Greco Roman وهي الفترة التي كانت بمثابة تتويج لكل فترات التاريخ السابقة عليها وذلك لأنها جسدت قمة الإنجازات الحضارية والثقافية التي كانت سائدة في عهود سبقتها. وكذلك رأى بترارك إن حاضر العهد الذي عاشه هو نفسه كان يسعى إلى استعادة مجد العصر الذهبي وإنجازاته، وكذلك قال بوجود فترة متوسطة تقع بين ذينك العهدين وهي فترة العصور الوسطى التي انطمست فيها معالم الإنجازات التي حققها العصر الذهبي من قبل. غير إن جادول تستطرد فتقول بأن منهج بترارك ومن ناصره في تقسيم فترات التاريخ وترتيبها إنما كانت محاولة مبتكرة سعى الإنسانيون من ورائها إلى تحديد المنعطفات التاريخية الهامة في تاريخ الإنسان وثقافته. أما أهم نقطة تشدد عليها جادول في هذا المجال فهي أن تلك المنعطفات التاريخية الهامة لم تكن آتية أو مفروضة على الإنسان من الخارج بموجب خطة إلهية أزلية وإنما هي كامنة في تاريخ الإنسان نفسه باعتبارها تجسد تطور الإنسانية وتقدمها من مرحلة الفضيلة والنقاء والرقي، إلى مرحلة التخلف والانحطاط، ثم إلى مرحلة ثالثة تستهدف إحياء المجد التليد واستعادة عظمته.

تقول جادول بأن فكرة «النهضة» the notion of renaissance في حد ذاتها كانت-من الناحية التاريخية-بمثابة حافز للباحثين والمهتمين بدراسة الماضي لكي يبحثوا في جوانب الحياة فيه، إلا أن فكرة عصر النهضة كانت تنطوي

عدا ذلك على جوانب خلقية. moral، إذ لما كان الحاضر وليد الماضي فإنه حري بالناس أن يقفوا على خصائص الماضي لكي يفهموا الحاضر. وكذلك لما كانت الحياة الحاضرة تشكل دعامة لما ستكون عليه الحياة في المستقبل فإن الناس لا تنفك ترسم لها أهدافا على ضوء تجاربها الماضية وتضع نصب أعينها خططا تسعى إلى تحقيقها. كذلك رأت جادول بأن الكتابات الأخلاقية التي سطرها رجال النزعة الإنسانية ونظام التربية الذي دعوا إليه قد استمدا زخما وقوة وحيوية من نظرة خاصة إلى الحياة وطاقات الإنسان. وقوام تلك النظرة أن التغير في أنماط الثقافة ومظاهر الحياة وأساليب العيش وكذلك ظاهرة ارتفاع حضارة ما أو تذبذبها وضعفها إنما تعبر جميعا عن سطوة قيم نابعة من الداخل أو ضعف مثل أخلاقية وروحية كامنة في الإنسان نفسه. فتعدد الحضارات وتعاقب أطوارها وغلبة ثقافة ما على أخرى إنما هي جميعا مظاهر لعوامل تتفاعل في داخل الإنسان ذاته وتعكس تطورا روحيا Spirituel قائما في باطن الفرد. وكانت حصيلة هذه النظرة أن ساد الناس اعتقاد بأن محاكاة الفكر القديم ستعيد للإنسان طبيعته الفاضلة وإبراز معدنه الأصيل. ولقد أدى اعتقاد الناس ذاك إلى قيام وحدة تؤلف بين الفضيلة والآداب والفنون وهي وحدة اتخذها الانسانيون شعارا لهم وسعوا من خلالها إلى البحث عن التراث الكلاسيكي وآدابه واستظهار كل ما من شأنه أن يرفع من قدر الإنسان أو يمت إلى مكانته السامية بصلة.

وعلى الرغم من أن الفنون والآداب التي تميز بها عصر النهضة مدينة بالكثير-وخاصة في بداية عهدها-إلى النزعة الإنسانية وموقفها من تراث الأقدمين، إلا إن اكتساب تلك الفنون والآداب طابعا خاصا يميزها لم يكن بفضل رغبة في تقليد فنون التراث وآدابه بقدر ما كان راجعا إلى الطريقة التي تناولت التراث وبحثت فيه ثم تمثلت خصائصه. فالأبحاث التي قام بها برنوليشي Burnelleschi ودوناتيلو Donatello في روما وذلك في مطلع القرن الخامس عشر أدت إلى ظهور تغير واضح في الفنون الفلورنسية Florentine art في عشرينات ذلك القرن وثلاثيناته. أما ظهور خصائص فن العمارة الكلاسيكية من جديد وما جد عليها من تغيرات أو تعديلات في أعمال النحت أو الرسم فإنها أيضا تقوم شاهدا على الطريقة المبتكرة التي

تناول بها رجال عصر النهضة تراث الأقدمين وفنونهم وكيف عملوا على إحيائها وصياغتها في إطار جديد.

وترى جادول إن أسمى ترجمة للعلاقة التي كانت قائمة بين الفن والنزعة الإنسانية في عصر النهضة من جهة وبين التقدم الذي أصاب العلوم والآداب من جهة أخرى تتمثل في الأعمال التي خلفها ليون باتيستا البيرتي Leon Battista Alberti. فمن خلال كتاباته عن مبادئ الفنون البصرية الثلاثة the three visual arts يمكننا أن نتتبع التطور الذي أصاب خاصية البعد المكاني، سواء كان ذلك في ميدان الرسم أو النحت أو فن الهندسة والعمارة. كذلك نلحظ إن كتاباته تلك قد أدت في نهاية الأمر إلى بلورة نظرية عامة حول الطبيعة أدت هي الأخرى إلى تأسيس وتدعيم نزعة استهدفت دراسة الطبيعة العينية والوقائع التجريبية دراسة رياضية. نراه مثلا يؤلف كتابا عن الرسم في سنة1435 يثني فيه على الفنانين الفلورنسيين الذي راحوا يبعثون الحياة من جديد في فنون التراث القديم. إلا إن الفن في عصر البرتي كان يعاني من معضلة هامة وهي-كما يقول هو-كيفية رسم الأشياء ذات الأبعاد المكانية الثلاثية على سطح ذي بعدين اثنين. أما حل تلك المعضلة فإنه كان قائما في هندسة جديدة هي «الهندسة البصرية» لvisual geometry التي يمكن تطبيقها على الأجسام الطبيعية. فكما فعل فيتروفيوس Vitruvius من قبله، نرى البرتي يحول النسب Proportions الخاصة بالتناغم السمعي aural harmony إلى أشكال بصرية في المعمارarchitecture. لقد كان البرتي في ذلك يتمثل قول فيثاغورس بأن هناك نظاما دقيقا في أحداث الطبيعة على نحو نرى فيه أن ما يحدث في أي عملية من عملياتها إنما يحدث نظيره في عملية أخرى. وعلى ذلك فقد خلص فيثاغورس إلى أن جملة الأعداد التي يتم تناغم الأصوات بموجبها بحيث تطرب لها الآذان هي ذاتها جملة الأعداد التي تسر الناظرين وتفرح قلوبهم. لذا كان ذلك التناغم الخالد الذي نلحظه في الطبيعة كلها متمثلا في تناغم الأصوات يبرز من جديد في النسب المختلفة التي يتم بموجبها تصميم المباني والعمارات the proportional design.

وتقول جادول بحرص عصر النهضة على إبراز سمات ذلك النظام الكوني الشامل وإن عملية إحياء الميتافيزيقا الفيثاغورية-الأفلاطونية التي قالت بوجود نظام عقلاني كامن في الطبيعة ذاتها كان بمثابة جانب هام في فنون

عصر النهضة.

رأت جادول أنه كان للأسس الميتافيزيقية التي قام عليها الفن في عصر النهضة بالإضافة إلى ما تبعه من تحليلات ودراسات في الأبعاد المكانية أثر مباشر وعظيم على أبرز جوانب التطور والتقدم العلمي لذلك العصر. فلقد كانت هناك نظرة جمالية قائمة ضمنا في الغاية القصوى التي يستهدفها العلم، وهي نظرة نلمس أثرها واضحا في الأعمال الجليلة التي خلفها لنا ليوناردو دافينشي. فنرى عبقريته-كما تقول جادول-قد استقطبت ملامح التصور الرياضي للطبيعة كما هو ظاهر في اهتماماته المختلفة سواء كان ذلك في البصريات optics أو التشريح anatomy أو علم النبات أو علم الحيوان أو الجغرافيا أو الجيولوجيا والميكانيكا. ولقد أدت به موهبة الفنان البارع ورؤية الرسام المبدع إلى الإسهام في كل الميادين التي خاض بها وعمل-من غير شك-على تطويرها تماما مثلما أدى به إحساسه المرهف ونظرته الفنية إلى أن ينظر إلى الطبيعة نظرة خاصة ويحاول أن يفسرها على نحو فريد. ولكن نظرته تلك لم تغفل جانبا هاما في الطبيعة نفسها وهو جانب القسر أو الضرورة necessity، فالطبيعة محكومة بقوانين ضرورية وأزلية وأنه ما من سبيل إلى معرفة الطبيعة أو الإلمام إلماما صحيحا بحقيقة الموجودات فيها إلا متى أخذنا باعتبارنا مبدأ الضرورة الذي يحكم الطبيعة بأسرها. فلا عجب-كما تقول جادول-إن وجدنا معظم كتاباته وأبحاثه موجهة نحو كشف القواعد التي تسير الأشياء بموجبها أو قل نحو البحث عن القوانين التي تتحكم في مسار الأحداث وتوجيهها.

والقاعدة التي يمكن أن نستخلص بموجبها مبدأ الضرورة في الطبيعة هي قاعدة «العلاقة النسبية»proportional correlation باعتبار أنها تفترض مبدأ التحديد الرياضي للشكل mathematical determination of the form الذي يظهر عليه موجود ما وهو مبدأ يعتبر أظهر سمة يتميز بها فن الرسم والنحت والعمارة إبان عصر النهضة. فبموجب ذلك المبدأ نرى بأن العقل والعين يعملان معا كما لو كانا جهازا واحدا لأجل تحديد القاعدة التي تختلف بموجبها نسب الأشياء المرئية وأبعادها. الأكثر من ذلك هو أن أبحاثه في الميكانيكا والتشريح تعتمد أساسا على نظرته إلى طبيعة الجسم البشري وتراكيبه وتقاطيع أجزائه. «فالطبيعة الخالقة» أو المصورة Formative

nature والإنسان كلاهما يصنعان آلات وتنطبق قوانين الحركة على ما يصنعان. لذا كان التداخل قائما في العمليات الميكانيكية التي تتحرك بموجبها الأجسام العضوية واللاعضوية على حد سواء. ولأن ليوناردو كان واضحا في تفكيره ومتسقا في أبحاثه فان جادول رأت بأن كاسيرر كان على حق حين وصفه بأنه أول مفكر حدد معالم المنهج التجريبي وأرسى قواعد البحث في العلوم التجريبية. إذ إن سعيه إلى البحث عن نسب الأشياء بعضها إلى بعض وعن القواعد التي تتحكم بها إنما تشهد ضمنا بإحساس ليوناردو بأن هناك قانونا طبيعيا naturel law يسري في الكون كله. ولأن ليوناردو كان يؤمن بأن نظام الطبيعة قد صيغ برموز رياضية فإنه كان واثقا من أنه لا سبيل لمعرفة الطبيعة على نحو دقيق تماما ما لم يكن للرياضيات نصيب كبير في صياغة التجارب والنتائج التي يخلص علماء الطبيعة إليها. أو قل بأن دراسة الطبيعة أو عالم المحسوسات لا تستقيم من غير الهندسة.

وترى جادول أن هذا المنهج الفريد في دراسة الطبيعة، وهو الذي يجمع بين الاهتمام في دراسة الظواهر الطبيعية وبين إستخدام الأساليب الرياضية والرموز في تحليلها، قد أفضى في نهاية الأمر إلى قيام علاقة مباشرة من جديد بين العلم الطبيعي وبين تعاليم النزعة الإنسانية. فلم يكن اهتمام الإنسانيين مقصورا على دراسة مؤلفات التراث مما أسهم بتطوير العلم الرياضي والعلوم التجريبية في القرن الخامس عشر والسادس عشر والسابع عشر، بل إن اهتماماتهم تلك قد أذكت روح البحث وأثارت شغف الناس بدراسة علماء اليونان السابقين أمثال إقليدس وبطليموس وأرخميدس ممن لم يكن لهم ذكر في الكتب الجامعية آنذاك أو في برامج الدراسة فيها. لقد أظهر الإنسانيون اهتماما بالغا بدراسة أولئك الأعلام، فها هو ألبرتي يطلع الرسامين في عصره على شخصية إقليدس وأعماله، ثم راح يبرهن على أن الرياضيات تشكل جانبا هاما في نظرة الفنانين وأعمالهم. من جهة أخرى نرى بعض فناني عصر النهضة أمثال ليوناردو وبيليني Bellini ورفائيل Raphael قد طبقوا في بعض أعمالهم فكرة «المكان الرياضي» mathematically constructed space مما أكسبهم شهرة في رسم الخرائط mapping. فلقد رأيناهم في رسوماتهم لخرائط المدن الصغيرة يجمعون بين فن الرسم من

جهة وعمليات المسح وفن رسم الخرائط التي اشتهر بها القدماء من جهة أخرى.

تشير جادول بعد ذلك إلى أن كثيرا من الإنسانيين قد أسهموا في الجهود التي استهدفت فهم وتطبق الأسس التي تقوم عليها الرياضيات التطبيقية applied mathematics والعلم التقني technical Knowledge مما ورد ذكره في كتابات الأقدمين. فلقد كان البرتي وبورباخ وريجيمنتانوس متأثرين مثلا بأفكار بطليموس الفلكية وكانوا ضالعين في رسم خرائط رياضية للأرض والأجسام السماوية مبنية على ملاحظات جديدة وعمليات رصد حديثة. وكذلك التقت جهود البرتي مع جهود صديقه توسكانيللي Toscanelli في تدوين مشاهدات فلكية تماما مثلما التقت جهوده مع جهود العلماء الإيطاليين الآخرين في إخراج دراسات جغرافية هامة. ففي كتابه «وصف مدينة روما المسورة» Descriptio urbis Romae نرى ألبرتي متأثرا بكتاب بطليموس في «الجغرافيا» Geography ونراه أيضا يرسي القواعد التي يتم بموجبها رسم خرائط المساحات الصغيرة نسبيا. نراه في رسمه لخريطة روما يسجل بادرة في رسم خرائط المدن تتم بموجب مسح وتقدير رياضيين. أما بورباخ الذي كان محاضرا في جامعة فينا في مادة الدراسات اللاتينية الكلاسيكية، فقد أنجز عملا مماثلا لذلك الذي أنجزه البرتي وتوسكانيللي حول تدوين مشاهدات فلكية بالإضافة إلى شروعه في كتابة ملخص لكتاب المجسطي Almagest وهو الملخص الذي أكمله ريجيمنتانوس بعد موت بورباخ. أما ريجيمنتانوس هذا فقد ألف هو نفسه تقويما يستخدم في أغراض الملاحة البحرية.

من هنا رأت جادول أن قيام النزعة الإنسانية قد أسهم كثيرا في انصهار منهج عقلي تجريدي مع منهج تجريبي حسي في كل واحد، أو قل بأن تلك النزعة قد أدت إلى تلاحم الفكر الرياضي مع الواقع العيني وهو تلاحم يبرز سمة هامة اتسم بها تطور العلم في القرنين الخامس عشر والسادس عشر. وعلى الرغم من أن السيطرة على الطبيعة وكشف أسرارها بالوسائل الرياضية لم يكن هدفا للإنسانيين في دراساتهم إلا أن جماعة منهم راحوا يوسعون من نطاق التعليم الأساسي الذي كانوا يرونه ضروريا حتى بات يشمل بعض الدراسات الرياضية والبحوث التجريبية. وتقول جادول بأن

هناك علاقة مباشرة أو استمرارية متصلة بين اهتمام الإنسانيين من جديد بمبادئ علم الفلك عند بطليموس وبين تطور رسم الخرائط وتبلور أعمال كوبرنيكوس، فلقد قال تلميذه ريتيكوس بان إستاذه كوبرنيكوس قد أتم «إحياء» أعمال بطليموس على الرغم من ابتعاده عن فرضية سلفه الأساسية التي تقول بمركزية الأرض. وكان ريتكوس نفسه قد ادعى بأن أعمال كوبرنيكوس أنقذت بطليموس من الغموض الذي وقع فيه لمدة طويلة من الزمن، وأضاف بأن أعمال كوبرنيكوس كانت متممة لأعمال ريجيمنتانوس صاحب النزعة الإنسانية وإن كان هو-أي ريتيكوس-يفضل مقارنة أعمال إستاذه بأعمال بطليموس على وجه الخصوص.

وتؤكد جادول بأن كل العلوم التي تناولت الأبعاد المكانيةSpatial sciences بالدراسة في عصر النهضة إنما ترجع في أصولها إلى بطليموس، فدونك مثلا فكرة المنظور أو الزاوية التي ينظر منها إلى الشيء Perspectival في أعمال الرسم وكذلك قل في الاصطلاحات التي أدخلها كوبرنيكوس على علم الفلك وبخاصة فكرته حول إمكانية فهم نظام العالم وأجسام السماء على نحو هندسي، وعلى ذلك فإن الظواهر الفلكية-في رأي كوبرنيكوس-يمكن التعبير عنها وإثباتها من خلال قياسات دقيقة، كما أن منهجه في الوصول إلى القوانين الفلكية-على نحو ما تصور دافينشي نفسه-يقوم على الأخذ بافتراضات hypothese نستطيع استخلاص استدلالات رياضية منها mathematical deductions ويمكن اختبارها والتثبت منها بالملاحظة والرصد

كذلك ترى جادول بأن هذه المبادئ هي ذاتها المبادئ التي قال بها بطليموس وأقام عليها منهج البحث في علم الفلك وكل الفرق بين بطليموس وكوبرنيكوس هو أن نظام الفلك عند الثاني كان تتويجا لدراسات فلكية وعمليات رصد متفاوتة استغرقت ألفي عام بينما اعتمد الأول-أي بطليموس-على دراسات استغرقت ربع تلك الفترة. ومن هنا رأينا كوبرنيكوس يعتمد في فرضيته الفلكية لا على نظام فلكي مركزه الأرض بل على نظام آخر مركزه الشمس وهو نظام يتسق مع ما تواتر على الحس من شواهد ويتناسب مع المنطق والعقل كما قال تلميذه ريتيكوس [(2)]. وتستطرد جادول فتقول إنه على الرغم من أن كوبرنيكوس كان يريد لنظامه الفلكي أن يكون دقيقا إلا إنه هو نفسه لم يقم بملاحظات فلكية كثيرة أو عمليات رصد متعددة. فلقد

كان يعتقد أساسا بأن نظام الفلك دقيق جدا وفي غاية الاتساق إلى الحد الذي يستعصي على نظرية الفلك عند بطليموس أن تفسره أو تترجم حقيقة الحركة فيه. ناهيك بعد هذا عن جوانب التعقيد التي اكتنفت نظام بطليموس كما الحال في هندسة أفلاك التدوير epicycles وميل الشمس deferent والدوائر الخارجية أو المختلفة مراكزها eccentrix circles وهي تعقيدات لا يمكن دراسة حركة الأجسام السماوية-في نظام بطليموس-إلا بها. كان على الفلكيين في دراساتهم وإصلاحاتهم لحركات الأفلاك أن يوازنوا بين علم الفلك والموسيقى. فالموسيقيون لا يسعون إلى تصحيح نغمة وتر خاطئة بل يتحتم عليهم بدلا من ذلك أن يوجدوا الاتساق والتآلف بين كافة الأنغام بعضها إلى بعض. كان ذلك هو ما فعله كوبرنيكوس-كما تقول جادول-إذ إنه عندما راح يشرح نظامه الفلكي، رأيناه يعمل على تسويغ الأفكار الجديدة التي أتي بها ومحاولة إثبات صحتها لا من خلال معطيات تجريبية بل بموجب اعتبارات فنية جمالية aesthetic. أما بيت القصيد هنا فهو أن تلك الاعتبارات الجمالية قد ارتكزت على قاعدة ميتافيزيقية هامة تقول بوجود نظام واتساق harmony في الكون كله وهي قاعدة قال بها ألبرتي وكان أول من نادى بها في أعماله حول فن العمارة قبل قرن من ظهور كتابات كوبرنيكوس.

أما وقد اقتنع كوبرنيكوس ببساطة نظامه الفلكي ومعقوليته فإنه خرج عن حدود نظام الفلك الذي كان يتصور وجود مراتب مختلفة تتدرج بموجبها الأجسام السماوية ويعلو بعضها على بعض شرفا ورفعة. لقد رفض كوبرنيكوس الاعتقاد الأرسطي الذي ساد في العصور الوسطى حول تغايرلheterogenity أجسام مختلفة وأماكن متباينة، واستبدل نظاما فلكيا مركزه الأرض بنظام فلكي جديد يحسب فيه حسابا لحركات الأجسام السماوية جميعا.

الفصل الثالث
أثر العوامل الإجتماعية في نشأة العلم الحديث

٩ التفسير الإقتصادي لتطور العلم

سبيلنا الآن هو البحث في العلاقة بين الاقتصاد والثورة العلمية. فلقد كان ادجر زلزل. Edgar Zilsel (1891-1944) واحدا من بين جماعة من المفكرين الذين تأثروا بنظريات كارل ماركس في الاقتصاد وحركة التاريخ. إذ يمكن-بموجب الفهم الماركسي- تفسير الظواهر الاجتماعية ومعرفة العوامل التي تتحكم بها إذا ما نظرنا إليها من منطلق اقتصادي. ولقد حاول زلزل-في مجموعة من دراساته التي قام بها في أربعينات هذا القرن-أن يبين أثر العوامل الاقتصادية وما يطرأ عليها من تطور على نشأة العلم وتعدد مظاهره.

وقبل أن ندخل في تفاصيل الموضوع دعونا نأتي أولا على ملخص بسيط للنقاط الأساسية التي يقول بها زلزل. فهو يرى أنه كانت هناك ثلاث مراتب عكست مناشط الفكر ما بين الفترة 1300-1600. فهناك الباحثون الجامعيون من جهة وهناك أصحاب النزعة الإنسانية من جهة ثانية وهناك الحرفيون أو الصناع المهرة من جهة ثالثة. وكانت نزعة الجامعيين والإنسانيين عقلانية، وإن كانت

مناهج بحثهم ووسائل دراساتهم التي تحددها ظروف عملهم أو مهنهم- مختلفة اختلافا بينا عن مناهج العلم وسبل البحث فيه. وكان أساتذة الجامعات والإنسانيين المثقفين يحتقرون العمل اليدوي ويأنفون من الأفراد الذين يجرون التجارب أو يقومون بعمليات تشريح في ميدان الطب أو غيره وذلك لأن التفرقة كانت قائمة في المجتمع بين ما كان يعرف بالفنون الحرة وبين الفنون الآلية أو الميكانيكية. كان الحرفيون آنذاك يمثلون طليعة المفكرين الذين أخذوا بمنهج البحث السببي وكان من بين الحرفيين جماعات تؤدي أعمالا فنية رفيعة، فمنهم من يمكن أن نسميهم بجماعة المهندسين الفنانين ومنهم بعض الجراحين وصانعي الأدوات البحرية والآلات الموسيقية وماسحي الأراضي ورجال البحر الملاحين وصانعي الأسلحة. كان أولئك هم طليعة الرجال الذين اسهموا إسهاما عظيما في نشأة العلم الحديث لأنهم-بحكم أعمالهم ومهنهم أيضا-عملوا على إجراء التجارب وقاموا بتشريح الأجسام، وطبقوا منهج البحث الكمي في دراساتهم. هكذا إذن كانت أدوات القياس والضبط التي يستعملها البحارة في رحلاتهم، وغيرها من أدوات يستخدمها ماسحو الأراضي ورجال المدفعية هي بذور الآلات المعقدة التي ظهرت في أزمان لاحقة بعد ذلك. غير أن الحرفيين-كما يقول زلزل-كان ينقصهم الصقل الذهني المنهجي. لذا رأينا أن الدعامتين الأساسيتين في تشكيل المنهج العلمي كانتا منفصلتين بفعل حواجز إجتماعية. فالصقل والمران والدراسة في مجال الفكر والبحث الذهني المجرد كان يطلع بها الجامعيون الذين يشكلون طبقة إجتماعية رفيعة آنذاك في حين تركت ميادين البحث العلمي والتجارب لطبقة وضيعة من الحرفيين والصناع المهرة وأصحاب الأعمال اليدوية الذين كانوا يهتمون في البحث في العلاقات السببية بين الظواهر ويطبقون في دراساتهم منهج البحث أو القياس الكمي. أما العلم-كما يرى زلزل-فقد نشأ عندما طغى المنهج التجريبي-بفضل التقدم المطرد في ميدان التكنولوجيا-وتخطى الإجحاف الذي أوجده المجتمع بحق العمل اليدوي وصار يتبناه رجال جامعيون وأصحاب خلفية فكرية نظرية. ولقد ظهر انتصار العلم التجريبي بشكل واضح حوالي سنة 1600 كما تشهد بذلك أعمال جلبرت، وجاليليو، وبيكون. كذلك نرى من ناحية أخرى أن النزعة المدرسية في البحث النظري والمحاجة الفكرية، وكذلك المثل العليا

التي اختطها الإنسانيون وتمسكوا بها باعتبارها صفة لكل امرئ ذي شأن رفيع، قد فاقتها نزعة التحكم في الطبيعة وتخطتها موجة تطوير البحث والدراسة بفضل ما يعرف بالتعاون العلمي. من هنا رأى زلزل أن علم الفلك مثلا قد تطور بفعل عوامل إجتماعية في المقام الأول، وأن بذور حركة التطوير تلك كانت كامنة في البدايات الأولى لنشأة المجتمع الرأسمالي، فنرى مثلا تلاشي ظاهرة التفكير بعقل الجماعة وتضعضع سطوة السحر وانحسار أفكاره، ناهيك بعد ذلك عن تحرر الناس من الاعتقاد بعصمة السلف من الخطأ أو الإذعان المطلق لكل فكرة براقة من دون اقتناع بصحتها. كل هذه إذن عوامل أدت كما يقول زلزل-إلى إقبال الناس على أمور الدنيا وبحث مشاكلها في ضوء منهج عقلاني يستهدف إبراز العلاقات السببية بين الظواهر والأشياء ومن ثم ترجمة كل ذلك إلى نتائج كمية ما أمكنهم إلى ذلك سبيلا. كانت هذه مقدمة أوجزنا فيها النقاط الأساسية التي يقول بها كاتبنا، وما علينا الآن سوى طرح أفكاره بشيء من التفصيل.

نراه يتساءل بادئ ذي بدء عما إذا كانت هناك ثقافات متعددة ازدهر العلم في بعضها بينما لا نكاد نقع على أثر له في بعض آخر؟ ويرى زلزل أن أفضل طريقة للإجابة على السؤال المطروح هي محاولة تقسيم الثقافات إلى مجموعتين: فهناك ثقافات تبدو فيها الخصائص العامة للعلم وهناك ثقافات أخرى لا تتسم بتلك الخصائص. وما أن يلتفت المرء إلى مسيرة التاريخ حتى يرى-لسوء الحظ كما يقول زلزل-أن العلم المتقدم الذي قطع أشواطا بعيدة في مضمار التطور قد ظهر مرة واحدة فحسب وهو العلم الذي نراه قائما في الحضارة الغربية الحديثة على وجه الخصوص، الأمر الذي يجعل مهمة البحث في جوانب العلم وتطوره مشكلة صعبة وغامضة إلى حد ما. فطالما مال الغربيون إلى الاعتقاد بأن حضارتهم التي يعيشونها في العصر الحاضر هي أوج التقدم وقمة التطور الطبيعي لمسيرة الإنسان عبر التاريخ. ولقد أوحى ذلك الاعتقاد إلى الغربيين بأن الإنسان ما انفك يرتقي في سلم الذكاء والعبقرية إلى أن كتب لبعض المفكرين الكبار أن يأتي العلم الحديث على أيديهم مجسدين بذلك قمة تطور العقل البشري وأوج عظمته. ومن الطبيعي-كما يرى زلزل-أن اعتقادا كهذا من شأنه أن يصرف نظر الناس عن أشكال التطور المختلفة وتشعباته التي أتت على الفكر

الإنساني. أما العلم فإنه لا يعدو أن يكون جانبا واحدا أو خطا أو مسارا بعينه من بين جملة المسارات التي سلكها تطور الفكر. ولعل بعض الناس ينسون في غمرة ذلك كله لغز نشأة العلم خصوصا إذا ما تعلق الأمر بتفاصيل دقيقة كتساؤلنا مثلا عن سر نشأته في فترة تاريخية معلومة وبفعل ظروف اجتماعية محددة.

غير أن ذلك لا يعني-كما يرى زلزل-إستحالة دراسة ظاهرة العلم الحديث ونشأته، فذلك أمر ممكن إذا ما نظر الباحث إلى هذا الموضوع من منطلق اجتماعي. أو قل إن دراسة ظاهرة العلم تصبح ممكنة متى أخذت على أنها حصيلة مسيرة اجتماعية sociological، ولأن ظهور العلم الحديث جاء مع بداية الرأسمالية الغربية فإن الواجب يقتضي مراجعة خصائص تلك الفترة ومعرفة سماتها منذ نهاية العصور الوسطى إلى سنة 1650. وغني عن الذكر كما رأى-أن بعض مراحل تطور التفكير العلمي حدثت في بيئات ثقافية أخرى غير البيئة الثقافية الأوروبية، كما الحال في التراث الكلاسيكي القديم، وفي بعض الحضارات الشرقية، وفي الحضارة العربية إبان العصور الوسطى. الأكثر من ذلك-كما يقول زلزل-هو أن الثقافات التي تتسم بسمة العلم scientific cultures ليست منفصلة تماما أو مستقلة عن الثقافات التي نالت من العلم حظا يسيرا، وهي التي وصفها زلزل بأنها ثقافات نصف علمية culture halh-scientific. فدونك ظاهرة العلم في أوروبا الحديثة مثلا إذ إن بداياته كانت متأثرة إلى حد كبير بالإنجازات التي حققها الرياضيون والفلكيون القدماء بالإضافة إلى الإنجازات التي حققها الأطباء العرب في العصور الوسطى. ومهما يكن الأمر فإن زلزل لم يكن يستهدف البحث في أثر الإنجازات الفكرية المختلفة في الثقافات الأخرى على ظهور العلم الحديث في الغرب، بل كان يستهدف البحث أساسا في الظروف الاجتماعية التي جعلت ذلك التفكير أمرا قائما.

نراه يقول بأن المجتمع البشري لم يشهد تغيرا هائلا في أوجه الحياة عامة كالتغير الذي شهده إبان فترة الإنتقال من عهد الإقطاع feudalism إلى عهد الرأسمالية في أوائل مراحلها. وعلى الرغم من أن زلزل يقول بمعرفة الباحثين عموما بأوجه التغير التي طرأت آنذاك إلا أنه يرى من الواجب الإشارة إليها باقتضاب وذلك لأنها شكلت دعائم أساسية في ظهور العلم

الحديث. نراه يذهب أولا إلى أن البدايات الأولى لعهد الرأسمالية مرتبطة بتغير طرأ على البيئة setting التي ظهرت فيها نزعة الرأسمالية ذاتها وكذلك بتغير أصاب الأفراد الذين تشبعوا بمظاهرها الثقافية والحضارية. فلقد كانت القلاع التي يسكنها الفرسان والأديرة الريفية التي يعيش فيها الرهبان هي مراكز الثقافة في المجتمع الإقطاعي إبان العصور الوسطى، أما وقد جاء عصر الرأسمالية بعد ذلك فإن مراكز الثقافة انتقلت إلى المدن towns. أما روح العلم أو نزعته آنذاك فإنها كانت نزعة دنيوية تهدف إلى استغلال أكبر قدر ممكن من زينة الحياة وزخرفها، كما أن النزعة ذاتها كانت خالية من أية تطلعات لاستغلال العلم في ميدان الحرب والتسليح، لذا كان من الطبيعي أن تناسب نزعة العلم الجديدة أبناء المدينة وأن يتطور على أيديهم بدلا من أن يناسب رهبان الأديرة ورجال الدين المشغولين بالآخرة أو فرسان القلاع الشغوفين بالحرب وحب القتال.

هذه أولى الملاحظات التي تصورها زلزل حول التغيرات التي طرأت إبان فترة الانتقال من عهد الإقطاع إلى عهد الرأسمالية، أما ثاني تلك الملاحظات فهي أن نهاية العصور الوسطى كانت فترة تطورات واكتشافات تكنولوجية سريعة. فلقد ظهرت آنذاك آلات مختلفة سواء ما كان منها خاصا بإنتاج السلع الاستهلاكية أو ما كان منها يسخر لأغراض الحرب وإنتاج السلاح. أما ابرز خصائص التطورات التكنولوجية فهي أنها استغلت علمي الميكانيكا والكيمياء استغلالا كبيرا من جهة، بينما عملت من جهة أخرى على نشر أسلوب التفكير أو التفسير السببي للعلاقات بين الظواهر والأشياء causal thinkin وأضعفت من سطوة السحر والشعوذة.

أما الملاحظة الثالثة فهي أن الفرد في مجتمع العصر الوسيط كان يرتبط أيما ارتباط بتقاليد الجماعة التي ينتمي إليها وتشده إليها علاقات وطيدة وصلات لا يستطيع الفكاك منها بينما صار نجاح الفرد من الناحية الإقتصادية في فجر الرأسمالية رهنا بإشباع نزعة الفرد في تطلعاته وطموحاته ومشاريعه nterprise of the individual. ولم تشهد بواكير عهد الإقطاع تنافسا في ميدان الاقتصاد، إذ ما إن ظهرت نزعة التنافس بين الصناع المهرة والتجار في المدن الصغيرة في أواخر العصر الوسيط حتى راحتا هيئاتهم أو مؤسساتهم النقابية آنذاك تعمل على وضع حد لبوادر

التنافس التي بدأت تسري بينهم، ولكن تيار المنافسة آنذاك كان أقوى من أن توقفه محاولات واهنة، إذ أدى ذلك التنافس في نهاية الأمر إلى إذابة التنظيمات المختلفة organizations وأطاح بظاهرة التفكير بعقل الجماعة collective-mindedness أو السلوك بموجب العرف الذي يحدد دور الأفراد ويحد من طموحاتهم ضمن تقاليد الجماعة التي ينتمون إليها. ففي مطلع الرأسمالية رأينا التاجر أو الحرفي الماهر الذي سار في مهنته على منوال آبائه وأجداده يسبقه منافسون آخرون ويتخطاه أفراد أقل تحفظا. لذا كانت نزعة الفردية التي سرت في المجتمع آنذاك ظاهرة ملازمة للتفكير العلمي وكانت بذلك شرطا مسبقا لنشأة العلم آنذاك. فلقد كان العالم يركن في نهاية المطاف إلى ما تشهد به حواسه ويقر به عقله، فلا سلطان للتقاليد على رجل العلم، وهو لا يعير إهتماما لما قال به السلف طالما كانت هناك شواهد تعارض نظرياتهم وتنقضها، إذ أنه طالما كانت مسيرة الفكر خلوا من البحث والتمحيص وروح النقد فإن العلم ينحسر لا محالة ومآله الزوال كما يقول زلزل. أما روح النقد العلمي-وهي روح تفتقر إليها المجتمعات التي لا نرى فيها تنافسا اقتصاديا بين الأفراد-فإنها اكبر طاقة تفجيرية وأعظم قوة أوجدها المجتمع الإنساني منذ نشأته. فإذا ما تم تطبيق روح النقد العلمي على كافة مجالات الفكر المختلفة وعلى جملة نواحي السلوك والنشاط في المجتمع فإنها سوف تقود في نهاية الأمر إلى فوضى واضطراب أو انحلال أو تفسخ في العلاقات بين الأفراد في المجتمع. أما لماذا لا يظهر ذلك في حياة الناس العامة فإن مرجعه غرائز إجتماعية social instincts وضرورات متباينة لأفراد المجتمع كافة. أما في ميدان العلم فإن الميول أو النزعات الفردية يتم تهذيبها عن طريق ما يعرف بالتعاون العلمي scientific co-operation كما يقول زلزل.

الملاحظة الرابعة هي أن المجتمع الإقطاعي كانت تحكمه التقاليد والأعراف، بينما ظهرت الرأسمالية وتطورت بفعل نزعة عقلانية تمثلت في أنماط جديدة من السلوك والإتجاهات. فكان من بين تلك ظاهرة التقديرات الحسابية والإحتمالات والقياس وضبط الحسابات وتسخير الآلة. ولقد عمل ظهور الإقتصاد المدروس على أسس عقلية على تطوير منهج البحث العلمي وتوسيع رقعته. ولا يمكن فصل المنهج الكمي quantitative

method-وهو منهج لم يكن له أثر أو إشارة في نظريات العصور الوسطى- عن نزعة العد والحصر والتقدير الحسابي التي لازمت الإقتصاد الرأسمالي. أما أول عرض «double-entry bookkeeping» ضبط الحسابات ومسك الدفاتر فقد ورد في كتاب قيم في الرياضيات ظهر في القرن الخامس عشر وهو كتاب «رسالة في الحساب». Summa de arithmetica الذي ألفه لوكا باسيولي. Luca Pacioli وظهر سنة 1494. وكذلك نجد أن أول تطبيق لضبط الحسابات على مشكلات الموارد المالية والإدارة مذكور في مجموعة الأعمال والمؤلفات الرياضية التي كتبها سايمون ستيفين Simon Stevin وهو رائد علم الميكانيكا وذلك في كتابه «مذكرات في الرياضة». Hypomnemata mathematica سنة 1608. زد على ذلك كتابا ظهر لكوبرنيكوس في الإصلاحات المالية Monetae cudendae ratio. كتبه في سنة 1552 وهو يعتبر من أقدم الأبحاث في قضايا النقود. وما يراه زلزل هو أن كل ذلك-أي ظهور تلك المؤلفات العديدة في تلك الفترة-لا يمكن أن يكون مجرد مصادفة.

فتطور أرفع العلوم العقلية وهي الرياضيات متصل بصورة خاصة بالتطور الذي أصاب التفكير العقلاني واستغلال ذلك النهج من التفكير في مجال التكنولوجيا والإقتصاد. فنرى مثلا أن بوادر استخدام الرموز الرياضية المتساوية sign of mathematical equality ظهر في كتاب مدرسي للحساب من تأليف ريكورد Recorde وهو كتاب أهداه إلى الحكام والى كل المغامرين الذين تمنى لهم أطيب التمنيات في ازدياد مطرد في إنتاج السلع وتصريفها من خلال رحلاتهم. أما الكسور العشرية فإنها ظهرت أول ما ظهرت في كتاب رياضي لستيفين Stevin إذ يتمنى فيه حظا سعيدا لكل علماء الفلك وتجار الأقمشة وكل الذين يشتغلون بمسح الأراضي وصك العملة. ومن هنا رأى زلزل أن المؤلفات الرياضية في القرن الخامس عشر والسادس عشر كانت تعني في المقام الأول بشؤون الحسابات التجارية ومن بعدها بالحاجات التكنولوجية كسلاح المهندسين في الجيش وماسحي الأراضي والمهندسين والحرفيين. ومن الأعمال التي تشهد على ذلك مؤلفات عديدة في الهندسة والحساب لبيير وفرانسيشي piero de Franceshi ولوكا باسيولي وتارتاليا Tartaglia في إيطاليا وكذلك كتابات ريكورد وليورناد ديجيس Leonard Digges في إنجلترا ودورر Durer وشتيفل Stifel في ألمانيا. فإن كان مفكرو القرن

السادس عشر قد عملوا على إحياء التراث الذي سطره الرياضيون القدامى أمثال إقليدس وأرخميدس وأبولونيوس وديوفانتس Diophantus فإنما كان ذلك إستجابة لمطالب المجتمع الحديث آنذاك وانعكاسا للحاجة إلى الحسابات والقياسات على إختلافها.

ويقول زلزل بأن نزعة العلم والإتجاه إلى النظر إلى الأشياء بعقلانية قد طغت على ميادين أخرى كما حدث في ميدان الإدارة العامة public adminstration والقانون، إذ لما كانت الأوضاع مهلهلة في أواخر عصر الإقطاع وكان القانون متمثلا آنذاك بعرف أو تقاليد هشة، فإن الملكيات المطلقة absolute menarchies بسلطتها وسيادتها المركزيتين صارت تحل محل العرف والتقاليد شيئا فشيئا. وكان من شأن ذلك التغيير السياسي والتشريعي أن انطلقت آنذاك فكرة مفادها أن كل الأحداث الفيزيائية التي تحدث في دنيا الطبيعة تكون محكومة بقوانين طبيعية عقلانية مصدرها الله. ظهرت هذه الفكرة في كتابات القرن السابع عشر وكان أشهر من يمثلها ديكارت وهويجينز وبويل.

أتينا الآن على بعض الملامح العامة في المجتمع الرأسمالي في بداية عهده وهي تعبر عن أوضاع كانت ضرورية لظهور النزعة العلمية كما يقول زلزل. ولأجل أن نلم بأطراف الموضوع من منطلق إجتماعي فإنه يتحتم التفريق بين ثلاثة مستويات لنشاطات الفكر منذ سنة 1300 إلى سنة1600، ونقصد بتلك المستويات المفكرين الأكاديميين الجامعيين وأصحاب النزعة الإنسانية وأصحاب العمل اليدوي من الصناع المهرة والحرفيين. أما الباحثون في الجامعات وأصحاب النزعة الإنسانية إبان عصر النهضة فقد كانوا فخورين إلى أبعد الحدود بمراتبهم الاجتماعية ومكانتهم بين الناس، إذ كانوا جميعا ينظرون إلى الجهلة من أفراد المجتمع نظرة إحتقار، فنراهم مثلا يأنفون من الكتابة باللغات المحلية أو اللهجات العامية، بل راحوا يكتبون ويتحدثون باللغة اللاتينية فحسب، أكثر من ذلك هو إنهم كانوا على صلة وطيدة بأفراد الطبقات الرفيعة بالمجتمع وكانوا بذلك يشاركونهم صفة النبالة ورفعة الشأن، ناهيك عن علاقاتهم الوثيقة أيضا بالتجار والأغنياء ورجال المال من أصحاب البنوك ممن كانوا ينظرون إلى الأعمال اليدوية نظرة الصغار والإستخفاف والإحتقار. من هنا إذن وجدناهم-كالقدماء تماما-

يقيمون تفرقة بين ما كان يعرف بالفنون والآداب الحرة liberal arts والفنون الآلية mechanical arts. لذا كانت المهن التي لا تتطلب عملا يدويا هي المهن التي رآها الجامعيون ومناصروهم والإنسانيون مهنا شريفة وتليق بكل ذي رفعة وأصل كريم.

ويقول زلزل بأن التناقضات الإجتماعية والتعارض الذي كان قائما بين الأعمال والحرف الفنية التي تتطلب مهارات يدوية وبين النشاطات الأدبية التي تتطلب موهبة كتابية وفصاحة في اللسان قد أذكت حوافز النشاط في كافة مجالات العمل الذهني والمهني في مجتمع عصر النهضة، فكثيرا ما قنع الأطباء الذين يتخرجون من الجامعة بالتعليق على المؤلفات الطبية التي كتبها القدماء، أما الجراحون الذين كانوا يستخدمون أيديهم وآلات الجراحة في تأدية أعمالهم فإنهم كان ينظر إليهم على أنهم يشكلون فئة إجتماعية وضيع ويصنفون ضمن طبقة واحدة تضمهم جنبا إلى جنب مع الحلاقين والقابلات اللاتي يولدن النساء الحوامل. أما رجال الأدب فكانوا أكثر رفعة من الفنانين، وكان الفنانون في القرن الرابع عشر يصنفون ضمن جماعة مهنية واحدة تضم عمال التبليط بماء الكلس white washers وقاطعي الحجارة التي تستخدم في بناء المنازل. واستمر وضع الجماعات المهنية على ذلك المنوال حتى تم انفصال بعضها عن بعض في إيطاليا عند نهاية القرن السادس عشر، نقول إنه ظل حال الجماعات المهنية تلك على ما هو عليه في عهد ليوناردو دافينشي حوالي سنة 1500، ولعله ليس أدل على ذلك من كتابات الكتاب آنذاك في تناولهم لسؤال هام حول ما إذا كان فن الرسم والنحت يمكن تصنيفيهما ضمن الآداب والفنون الحرة أو ضمن الفنون الميكانيكية. ولقد كان الرسامون-من خلال المناقشات التي دارت حول ذلك التساؤل-يصرون على العلاقة الوطيدة التي تشدهم إلى طبقة المتعلمين الرفيعة وذلك باعتبار أن فن الرسم يفترض معرفة جيدة بالهندسة والزوايا أو المناظير perspective and geometry. لذا كان الرسامون يؤكدون على صلتهم بالعلوم الرفيعة لأجل أن يحظوا بمكانة سامية في المجتمع. أما المخترعون ورواد الاكتشافات الجغرافية فلم ترد عنهم إشارة تذكر في كتابات رجال الأدب أصحاب النزعة الإنسانية، فإن تصادف أن أتى أحد على ذكرهم فإن ذلك لا يتعدى إشارة عابرة ومن غيرما دقة في نقل صورة

واضحة عنهم. ولعل المرء يدهش إذ يعلم بأن أعظم الإنجازات التي حققها عصر النهضة جاءت على أيدي الفنانين والمخترعين ورجال الكشوف الجغرافية على الرغم من أنهم لم يكونوا يحظون إلا بذكر عابر أو إشارة خاطفة إلى أعمالهم في مؤلفات ذلك العصر. ويقول زلزل بأن رجال الحرف والتجارة وصانعي السفن والنجارين ورجال صهر الحديد والسباكين وعمال المناجم كانوا يعملون جميعا بجد واجتهاد وكانوا آنذاك يسطرون صفحات خالدة ويحققون نجاحات باهرة في ميدان التكنولوجيا فغيروا بذلك مسار الحياة في المجتمع وبدلوا حاله إلى حال جديد. فلقد اكتشف هؤلاء بوصلة الملاحة البحرية وصنعوا البندقية وبنوا مصانع الورق والأسلاك وأقاموا الطواحين وأفران اللهب وسخروا الآلات في عمليات التعدين والمناجم. أما وقد جاوز هؤلاء حدود الجماعات المهنية وتقاليدها آنذاك وصاروا شغوفين بالإختراعات-بفعل المنافسة الإقتصادية-فإنهم كانوا بلا شك في طليعة المؤسسين للمذهب التجريبي والملاحظة المنهجية وفي مقدمة الباحثين عن العلاقات السببية بين الأشياء. نعم ربما لم يكن أولئك من كبار المتعلمين، بل لعلهم كانوا جهلة على الأرجح لأننا لا نقع على ذكر لأسمائهم في مؤلفات ذلك العصر ونكاد لا نحيط بهم علما حتى في يومنا هذا ولكن ذلك كله يجب ألا يصرف أنظارنا عن الدور الهام الذي لعبوه في تأسيس العلم الحديث.

لقد كان من بين أولئك جماعات صغيرة كانت بحاجة إلى قدر معلوم من المعرفة لأجل أن تضطلع بعملها على أحسن وجه ومن بين أولئك نذكر جماعة فن الرسم. فلم يكن هناك حاجز أو فصل عام بين عمل الرسامين والنحاتين والحدادين والمهندسين، بل لعلنا غالبا ما نجد فردا موهوبا يعمل في كل تلك الميادين، وذلك لأن مبدأ تقسيم العمل division of labor، تطور ببطء في عصر النهضة. وتمخض عن تلك الحال أن ظهرت جماعة مهنية مرموقة إبان القرن الخامس عشر يمكن أن نطلق عليها اسم «المهندسين-الفنانين»-artist engineers لأن موهبتهم لم تقتصر على فن الرسم ونحت التماثيل وبناء الكاتدرائيات وإنما شملت أعمالهم تصميم الآلات الرافعة وشق القنوات وبناء السدود والقلاع وإنتاج البنادق والمدافع. كذلك نراهم يصنعون أصباغا جديدة، ويدرسون مبادئ الهندسة الخاصة بالزوايا أو

المناظير perspective ويبتكرون أدوات ضبط خاصة يستخدمها المهندسون ورجال المدفعية في أعمالهم. كان على رأس أولئك برونوليسكي .Brunelleschi (1377-1446) مصمم قبة كاتدرائية فلورنسا وبانيها. وكان من أبرز مساعديه جيبرتي. Ghiberti (1377-1466) وليون باتيستا البرتي (1407- 1472) وليوناردو دافينشي (1452- 1519) وفانوسيو برنكوزي الذي مات سنة 1538 والذي يعد كتابه في علم المعادن أول مؤلف في الكيمياء يبتعد فيه صاحبه عن خرافات «الخيمياء».alchemy، كذلك كان من بينهم بينفينوتو تشيلليني (1500-1571) الذي كان حدادا ونحاتا وعمل مهندسا حربيا لمدينة فلورنسا. وكذلك كان من بينهم الرسام والنقاش الألماني أولبرخت دورر الذي كتب مؤلفات في الهندسة الوصفية والتحصينات. وإن ننسى فإننا لا ننسى العديد من المهندسين الفنانين الذين كتبوا باللغات المحلية مذكرات وأبحاثا في شتى ميادين الدراسة. أما الجراحون فقد كانوا ينتمون إلى جماعة أخرى من أصحاب المهن أرفع قدرا وأسمى رتبة. وكان لبعض الجراحين الإيطاليين صلات ببعض الفنانين نظرا لأن الرسم يحتاج في حد ذاته إلى معرفة بعلم التشريح، بينما كان صانعو الآلات الموسيقية على صلة بالمهندسين الفنانين. أما في القرنين الخامس عشر والسادس عشر فقد كان رواد الصناعة للآلات الموسيقية يصنفون ضمن جماعة ثالثة. بينما كان صناع آلات الرسم والقياس الفلكية وأدوات الملاحة البحرية ووسائل ضبط المسافات والأبعاد لمسح الأراضي يشكلون جماعة رابعة. نرى هذه الجماعة مثلا تصنع البوصلة والأسطرلاب astorolabe والربعيات. qudrants (ربع دائرة يساوي 90 درجة) التي تستخدم في قياس الإرتفاعات واخترعوا مقياس الإنحراف المغناطيسي (الديكلونوميتر) ومقياس الميل أو الإنحدار (الانكلينوميتر) في القرن السادس عشر. وقد كان بين أولئك الرواد المخترعين بحارة متقاعدون أو رجال مدفعية في الجيش، أما البحارة والمساحون الذين تولوا مهمة قياس مساحات الأرض وأبعادها فإنهم كانوا يصنفون كذلك ضمن العاملين في الفنون الميكانيكية.

ويقول زلزل بأن أولئك الصناع المهرة قد أقاموا صلات وطيدة مع علماء الفلك ورجال الطب وأصحاب النزعة الإنسانية، فكانت حصيلة صلاتهم تلك أن عرفوا ما لم يعرفوا من قبل عن أرخميدس واقليدس وفيتروفيوس.

كذلك عمل بعض الجراحين وزملاء لهم من الفنانين على تشريح بعض الأجسام العضوية، بينما قام رجال المساحة مع البحارة بعمليات قياس مشتركة، ناهيك عن تضافر جهود المهندسين الفنانين مع صانعي الآلات في إجراء بعض التجارب وعمليات القياس مما أدى بهم إلى نتائج كمية كانت بمثابة فاتحة عهد تأسيس القوانين الطبيعية في العلم الحديث. لقد برع أولئك الرواد في علمهم وأخلصوا له كل الإخلاص فلم يهتموا بما اهتم به المدرسيون من بحث في الكيفيات الخفية accult qualities أو الصورة الجوهرية Substantial forms كلا ولم ينهجوا نهج الإنسانيين في إطناب في الحديث وإسهاب في الوصف، بل علموا على العكس من ذلك على تطور العلم النظري في ميادين الميكانيكا وعلم الأصوات acoustics والكيمياء وعلم التعدين والهندسة الوصفية والتشريح. أما وقد جهلوا الوسيلة التي يمكن أن يزاولوا بها مسيرتهم بموجب خطة ونظام دقيقين فإن جهودهم ونتاجاتهم جاءت مفككة وبدت اكتشافاتهم في نهاية الأمر كما لو كانت أعمالا مفرقة لا رابط بينها . خذ أعمال ليوناردو دافينشي، فقد كانت تبحث أحيانا في مسائل ميكانيكية أظهرت نتائج خاطئة في الوقت الذي تكشف لنا مذكراتها أنه بحث منذ سنوات خلت في المسائل ذاتها ووصل إلى نتائج صائبة بشأنها . لذا رأى زلزل أن الصناع المهرة والحرفيين والمكتشفين المبدعين آنذاك لا يمكن أن يقال عنهم بأنهم كانوا علماء بكل ما في الكلمة من معنى بل يمكن أن يقال عنهم بأنهم كانوا الرواد الأوائل وصلة الوصل المباشرة التي تربط بينهم وبين العلم الحديث. ولا يستغرب زلزل أن ينظر بعض الناس في ذلك العصر إلى أولئك الرواد نظرة الاستخفاف وعدم التقدير لأن الناس آنذاك ما انفكوا يقيمون الأعمال والأشخاص من خلال منظار خاص وبموجب عرف المجتمع وتقاليده. إذ كان الناس يصرون-من جهة نظرهم-على إقامة ذلك الحاجز الهام بين النمطين الذين أتينا على ذكرهما في ميدان المعرفة قبل سنة 1600، فهناك كما ذكرنا نمط رفيع يسعى إلى تهذيب القدرات العقلية وتنميتها وهو مقصور على رفعة القوم والمتعلمين منهم، في حين أنه كان هناك نمط آخر يتصف به فئة وضيعة من الناس ممن كانوا يهتمون بعمليات الرصد والملاحظة وإجراء التجارب.

يضيف زلزل بأن ذلك الفصل بين ما كان يعرف بالآداب والفنون

الميكانيكية وبين الآداب والفنون الحرة قد تجسد في أوضح صورة في كتابات ذلك العصر. فلم يكن الباحثون القديرون قبل سنة 1550 يعيرون اهتماما للاكتشافات الحديثة والإنجازات العلمية الهامة التي ظلت تتواتر تباعا على مسرح الأحداث وإنما آثروا الكتابة باللغة اللاتينية سعيا منهم إلى اكتساب رفعة ومكانة اجتماعيتين ساميتين. من ناحية أخرى-وبعيد نهاية القرن الخامس عشر-نرى مؤلفات كثيرة في الميكانيكا mechanics تظهر باللغة الإسبانية والبرتغالية والإيطالية والإنجليزية والفرنسية والألمانية. وكانت من بين تلك المؤلفات كتب حول فن الملاحة البحرية، وأخرى في الرياضيات، وغيرها كانت تنطوي على حوارات ثنائية تعالج بعض المسائل التجارية والتكنولوجية والحربية. زد على ذلك ظهور مؤلفات في اللغات الإقليمية حول التعدين وإنشاء التحصينات fortification ومسك الدفاتر والهندسة الوصفية وصناعة البوصلة وغيرها. وعلى الغم من أن بعضها-وخاصة ما كان منها يتعلق بفنون الملاحة-قد أعيدت طباعته غير مرة إلا أن تلك الأعمال والمؤلفات لم تحظ باهتمام الباحثين الأكاديميين. ويرى زلزل بأنه لم يكتب للعلم أن يحظى بمكانة رفيعة وذلك لأن الجامعيين آنذاك ظلوا متمسكين بفكرة خاطئة واستمروا يسلكون منهجا تقليدياً. فهو يسأل كيف يمكن للعلم أن يرسى على قواعد صلبة أو أن يتطور طالما كان الجامعيون يفصلون بين الآداب والفنون الحرة وبين الفنون الميكانيكية، أو قل كيف يمكن أن يزدهر ميدان البحث طالما كان الأكاديميون ينظرون نظرة استخفاف إلى العمل اليدوي وفنونه ؟ ومع ذلك فإن زلزل رأى بأن تقدم التكنولوجيا شيئا فشيئا حوالي سنة 1550 قد حفز همم بعض الكتاب المطلعين وصاروا يهتمون بالفنون الميكانيكية التي كتب لها أن تصبح ذات أهمية كبرى على الصعيد الإقتصادي. لذا رأينا جماعة من أولئك الكتاب المتنورين يكتبون باللاتينية وباللغات الإقليمية عن الكشوفات الجغرافية والملاحة وفن رسم الخرائط والتعدين ومسح الأراضي والميكانيكا وعلم المدفعية. وعلى أثر ذلك بدأت الحواجز الإجتماعية التي كانت تفصل بين أصحاب الآداب والفنون الحرة وأصحاب الآداب والفنون الميكانيكية تنهار شيئا فشيئا وصار الأكاديميون ينظرون نظرة إحترام وتقدير إلى منهج الحرفيين والعمال المهرة. عند ذلك ظهر علم جديد حوالي سنة 1600-كما يقول زلزل-وذلك على أيدي

مفكرين كبار أمثال وليم جلبرت (1544-1603) وجاليليو(1564-1642) وفرانسيس بيكون (1561-1626).

وعلى العموم فإن اهتمام الباحثين الأكاديميين بالمناهج التي درج على إتباعها الصناع المهرة والحرفيون يعتبر في رأي زلزل هو الخطوة الحاسمة في نشأة العلم الحديث. لذا رأينا الطبقة التي كانت تعتبر رفيعة في عرف المجتمع-كالأديميين مثلا-تعمل على ترسيخ دعائم العلم الحديث من خلال مساهمتها في الدراسات المجردة والأبحاث النظرية بينما تعمل الطبقة الدنيا-كالحرفيين والصناع المهرة-على تدعيم منهج البحث السببي والقياس الكمي والنزعة التجريبية. ويرى زلزل أن الملاحظات التي طرحها آنفا حول تطور العلم تظل قاصرة عن تغطية الموضوع بكامله، فالظواهر الإقتصادية، وتعايش جماعات من الصناع المهرة جنبا إلى جنب مع الأكاديميين بعيدا عن تأثير الكنيسة أو الأفكار الدينية إنما هي ظاهرة تتكرر بين حين وآخر على مر التاريخ. ولما كان الأمر كذلك فإن التساؤل الهام الآن هو: لماذا لم يتطور العلم مرارا كثيرة على نحو ما ظهر في العلم الحديث ؟ الرأي عند زلزل هو أن عقد مقارنة بين الظروف التي أحاطت بالعلم الحديث والظروف التي أحاطت به في الثقافات القديمة يمكن أن يلقي ضوءا على جانب واحد يتعلق بالسؤال المطروح على أقل تقدير. فالحضارات القديمة في رأيه-قد أبدعت نتاجات عظيمة في الأدب، والفلسفة والفن، وهي نتاجات لا تقل أهمية ومكانة عن نظيراتها في العصر الحديث. فبين أيدينا كتب قديمة في التاريخ وفقه اللغة والنحو، وكانت البلاغة الخطابية في القديم تفوق نظيراتها في العصر الحاضر إن من ناحية الجمال اللفظي وحسن الأسلوب أو من ناحية عدد الذين كانوا يكتبون في هذا الفن. كذلك كانت نتاجات القدماء وافرة في ميدان علم الفلك النظري والرياضيات، بينما كانت إسهاماتهم محدودة في ميدان الجيولوجيا وفقيرة في ميدان العلوم الفيزيائية. غير أن الإنصاف يقتضي ذكر ثلاثة قوانين فيزيقية صحيحة عرفها القدماء وهي مبادئ رافعات الحمولات والأثقال (قوانين الروافع) the principles of the lever وقانون أرخميدس وقانون الإنعكاس في البصريات optical law of reflection أما في ميدان التكنولوجيا فقد كانت هناك ظاهرة واحدة تلفت النظر، إذ إن القدماء كانوا يستخدمون الآلات في ميدان

الحرب، والألعاب السحرية التي يقوم بها المهرجون، ولكنهم لم يعملوا على استغلال الآلات في إنتاج السلع. وعلى العموم فإن الحضارة القديمة بزغت على أيدي فئة قليلة إتخذت من اليدوي والإشتغال في الصناعة مهنة لها تكسب بها عيشها. ولقد كان المجتمع في القديم كما يقول زلزل-ينظر إلى الأفراد الذين يكسبون لقمة عيشهم بأعمال مهنية وأشغال يدوية نظرة الاستخفاف والصغار. وعلى غرار ما حدث في عصر النهضة رأينا الرسامين والنحاتين-في الحضارات القديمة-ينفصلون عن دائرة الأعمال اليدوية الوضيعة ويرتقون مدارج السلم الإجتماعي شيئا فشيئا، وان ظلت مكانتهم رغم ذلك أدنى من مكانة الكتابة الأدبية والبلاغة الخطابية، بل إننا نرى الناس يستخفون-حتى في عصر بلوتارك ولوسيانوس-بأعمال النحت والرسم ويحتقرون أصحابها بحجة إنهم يتكسبون بأعمالهم ويتقاضون أجورا عليها. لذا كان نادرا أن يأتي كتاب على ذكر فنانين بالمقارنة إلى ذكر غيرهم من الشعراء والفلاسفة، بل لعلنا لا نقع على ذكر للمهندسين أو رجال الإكتشافات التكنولوجية على الإطلاق. فهؤلاء المهندسون وأصحاب الاختراعات التكنولوجية-وهم الأفراد الذين لا نعرف عنهم سوى الشيء اليسير-كانوا على ما يبدو رجالا إشتهروا بدقة الصناعة ومهارة العمل اليدوي أو ربما كانوا من العبيد الذين صاروا أحرارا بمضي الزمن. كذلك نرى في الثقافات القديمة ظاهرة مماثلة وهي إن الأعمال الشاقة والحرف اليدوية كانت تعطى للعبيد. ويرى زلزل أن فارقا هاما بين المجتمع القديم وبين مجتمع الرأسمالية في أول عهده هو أن نزعة المكننة والعلم لا يمكن تصورها في ظل حضارة مبنية على استغلال العبيد في العمل. فالعبيد عامة هم الذين تنعدم فيهم الخبرة والمهارة ولا يمكن الوثوق بحسن آدائهم أو جعلهم يتولون تشغيل آلات معقدة. الأكثر من ذلك هو أن أعمال العبيد تبدو رخيصة جدا إلى الحد الذي يصبح فيه إستخدام الآلة أمرا زائدا وغير ضروري. أما من ناحية ثانية فإننا نرى أن ظاهرة الرق تزيد من إحتقار المجتمع للعمل اليدوي إلى الحد الذي يصبح الوضع فيه أشبه ما يكون بمرض إجتماعي يعجز المتعلمون أنفسهم عن معالجته والتخلص منه. لهذا نرى أن تيار الفكر في الثقافات القديمة لم يستطع أن يقضي على التفرقة التي كان المجتمع يقيمها بين الفنون والمهارات اليدوية وبين الفنون والمهارات الخطابية. فلم

يجرؤ أحد في المجتمع القديم على إجراء التجارب أو تشريح الأجسام إلا فئة قليلة من الباحثين. فما قولك مثلا في أعمال ابوقراط وأتباعه وديموقريطس وأرخميدس إذ كانوا يشكلون فئة قليلة قامت بإجراء تجارب علمية هامة على نحو ما يفعل المحدثون في العلوم الفيزيائية الحديثة. وما علينا لكي نتبين الخزي والمهانة التي تلحق بمن يؤدي عملا يدويا أو حرفة مهنية آنذاك سوى الرجوع إلى أرخميدس نفسه لنرى كيف إعتذر حين أقدم على صناعة الآلات الحربية battering machines. ولقد يقول قائل هنا بأنه كان مقدرا للعلم الحديث أن ينشأ ويتطور في كنف الحضارة الغربية لأن الرأسمالية الغربية نفسها كانت تقوم في بداية عهدها على مبدأ العمل الحر. ففي بداية العهد الرأسمالي لم يكن هناك عدد كبير من الرقيق ولم يكونوا يسخرون في عمليات الإنتاج وإنما كانوا يعتبرون بعضا من مظاهر الترف في قصور الأمراء. الذي يراه زلزل هو أن تلاشي أعمال الرقيق شرط ضروري لنشأة العلم ولكنه بالرغم من ذلك لا يمكن، أن يقال عنه إنه شرط كاف لنشأته. وغني عن البيان انه يمكن العثور على ظروف أخرى وشروط ضرورية متعددة عملت متضافرة على نشأة العلم الحديث وذلك إذا أمكن عقد مقارنة بين المجتمع الغربي في بداية عهد الرأسمالية وبين الظروف التي أحاطت بالحضارة الصينية في القديم. فلم تكن أعمال الرقيق salve labor سائدة في الصين. أما اقتصاديات النقود. money economy فإنها هي الأخرى كانت قائمة منذ حوالي سنة500 قبل الميلاد. كذلك كان هناك عدد لا بأس به من الصناع الحرفيين المهرة آنذاك إلى جانب جماعة من الباحثين يناظر عددهم آنذاك عدد الإنسانيين الغربيين تقريبا. ومع ذلك فان علما-كالعلم الحديث-يعتمد على منهج البحث التجريبي والنظرة الفنية إلى الأشياء ومحاولة البحث عن العلاقات السببية بينها لم يظهر في الصين قديما. أما لماذا لم يكن هناك علم في الصين القديمة على غرار العلم الحديث في الغرب فان هذا سؤال محير لم يستطع زلزل نفسه أن يجيب عليه. فهو يقول بان ذلك أمر يصعب تفسيره كصعوبة تفسيرنا لظاهرة عدم تطور النظام الرأسمالي في الصين القديمة.

ثم يستطرد زلزل بعد ذلك ليقول بأن ظاهرة نشأة العلم تدرس عادة من قبل المؤرخين الذين يهتمون أساسا بتعاقب الاكتشافات العلمية على مر

الزمن في حين أن أصول العلم الحديث وبذوره الأولى حرية بالدراسة والبحث من منطلق اجتماعي باعتبارها ظاهرة اجتماعية. فيمكن على سبيل المثال التحقق من أعمال الرجال الذين كتبوا في العلم على مدة فترات زمنية مختلفة. تماما مثلما يمكن تحليل منطلقاتهم ومثلهم العليا التي، يصدرون عنها. ولما كان التاريخ لا يسير على وتيرة واحدة وكذلك لما كان الاتصال الزمني ليس من طابع المنعطفات التاريخية الهامة كما لو كانت هذه تتوالى تباعا دونما فاصل زمني يفرق بينها، فانه يمكن عقد مقارنات بين ظواهر اجتماعية أو غيرها تقع في فترات تاريخية متباعدة ومختلفة. فمن خصائص الأحداث التاريخية الهامة كما يقول زلزل أنها مؤقتة بمعنى أن بعضها سابق لبعض في الزمان والمكان، وهذا ما ييسر إجراء مقارنات بين جماعات تتماثل خصائصها الإجتماعية وان ظلت تلك منفصلة بعضها عن بعض في الزمان والمكان. لقد تكون هناك جماعة تتميز بسمات خاصة في عصر النهضة في إيطاليا مثلا بينما تكون هناك جماعة أخرى تناظرها في حضارة أخرى وفي زمن مختلف تماما. فيمكن عقد مقارنة مثلا بين المدرسيين.medival cholastics في العصر الوسيط وبين الباحثين من رجال الدين الهنود، أو بين الإنسانيين في عصر النهضة وبين كبار الموظفين في الصين القديمة Chineses mandarins أو بين أصحاب الحرف الفنانين في عصر النهضة وبين نظرائهم في العهود القديمة. ويرى زلزل أنه لما كان متعذرا إجراء تجارب في ميدان علم الاجتماع الثقافي فان المقارنة بين الظواهر الاجتماعية في الثقافات المختلفة والمتباعدة عبر الزمان والمكان هي الوسيلة الوحيدة التي يمكن تطبيقها لنقع بعد ذلك على العلاقات السببية التي تحكم تلك الظواهر. ويعجب زلزل في خاتمة المطاف من ندرة الأبحاث التي لم تتناول ظاهرة نشأة العلم وتطوره من منطلق اجتماعي. فعلى غرار الدراسة القاصرة التي تنظر إلى التيارات الفكرية المعقدة من زاوية تاريخية فحسب يري زلزل أن الأبحاث الإجتماعية غالبا ما كانت تحصر نطاق بحثها في ظواهر سطحية نسبيا. فليس هناك-في رأيه-ما يحول دون قيام دراسة اجتماعية رصينة لأكثر ظواهر الفكر طرافة وأهمية ومحاولة تفسيرها تفسيرا سببيا.

10 عالم التجارة والمال وأثره في تطور العلم

لنبحث الآن ما يقول به الصحفي والمحاضر الإنكليزي الشهير ج. ج. كروثر J.G. Crowther حول الثورة العلمية. لقد تناول كروثر بالدراسة عددا كبيرا من الإنجازات العلمية التي تمت في النصف الأول من هذا القرن، ولكن أكثر ما إشتهر به هذا الرجل هو دراسته المتعمقة للعلاقة بين الفكر البرجوازي ونشأة العلم الحديث. نراه يقول في مستهل استعراضه لهذا الموضوع بأن النبلاء والإقطاعيين في العصور الوسطى كانوا يتحكمون بمجرى الحياة الاجتماعية ويصرفون شؤون الناس ضمن مقاطعاتهم أو قراهم أو قلاعهم التي يملكونها. وكان الخدم والعمال والصناع المهرة الذين يضطلعون بتوفير الطعام وتجهيز السلاح يصنفون ضمن مراتب مختلفة بعضها خاضع لبعض وان كانت كلها جميعا تأتمر بأمر الإقطاعي نفسه وتخضع لإشرافه. فلقد كان لكل فرد مكانه الخاص به وعمله الذي يؤديه تحت مراقبة الإقطاعي. ولقد درج الإقطاعيون على تفسير كافة العلاقات التي تربطهم بأفراد مقاطعاتهم في إطار الروابط

الشخصية، وكان سكان القرية أو المقاطعة التي تخضع لهم يفسرون العلاقات نفسها بموجب الإطار ذاته. إذ إن الناس كانوا على اتصال مباشر بصاحب السلطان، وكانوا يقومون بمهمات وأعمال-زراعية كانت أو صناعية-لسد حاجاتهم وحاجات من يعلوهم رتبة ومقاما وذلك بأمر من صاحب العقد والحل. وكان الناس يضطلعون بأعمالهم وينفذون أوامر صاحب الشأن طالما كانت الحاجة قائمة لتوفير الغذاء أو السلاح أو غير ذلك، ولكن الأعمال تتوقف تقريبا متى تم إشباع حاجات أصحاب الشأن وأفراد المقاطعة. من هنا رأى كروثر أن فكرة السبب cause والنتيجة effect تفهم آنذاك ضمن إطار ذاتي أو شخصي محض. فالأشياء تحدث-كما كان الناس يتصورون آنذاك-لأن الأدنى يأتمر بأمر الأرفع ولأن الأرفع شاء أن ينفذ الأدنى رغبة محددة. وكانت نظرة الناس إلى الدين وتعاليمه تعكس أمرا مماثلا، فالله صاحب الشان يملك قوة مطلقة، لذا كان كل ما يحدث إنما يتم بموجب أمره ومشيئته وعبر سلسلة تضم أوصياء له وكهنة قسيسين وعبادا كل بحسب رتبته ووظيفته. «والواقع-كما يقول كروثر-أن اللاهوت في العصور الوسطى يمكن تفسيره على أنه نتاج مواز في أفكاره للعلاقات الاجتماعية بين أفراد المجتمع الإقطاعي».

كان أهم أمر يهتم أفراد المجتمع ببحثه والتحدث عنه آنذاك هو السلطة التي تتمثل في «الله» وفي الإقطاعي وفي كل ما يتعلق بتلك السلطة من مظاهر أو ما يترتب عليهم تجاهها من حقوق وواجبات الخ. فلم يكن الناس آنذاك ينظرون إلى أعمالهم اليومية كما لو كانت هذه تشكل أهمية قصوى أو توجب عليهم مناقشتها مناقشة جادة. تلك كانت حال الأفراد ونظامهم الإجتماعي داخل المقاطعة أو القرية التي يملكها الإقطاعي، أما الأفراد الذين يسكنون خارج حدودها-وهم الذين صاروا في القرن العاشر يتجمعون حول أسوارها وتزداد أعدادهم شيئا فشيئا-فانهم لم يكونوا ينتمون إليها ولا كانت تنطبق عليهم-بأي حال من الأحوال-ما ينطبق على من يسكن في داخلها. فلم يكن مبدأ السلطة المبني على علاقات ذاتية أو شخصية ينطبق عليهم وإنما كانت بنية تجمعاتهم وتقاليدهم وأفكارهم مختلفة عن نظيراتها عند الأفراد الذين يسكنون في المقاطعة التابعة للإقطاعي أو السيد. وكان أولئك الذين يتجمعون حول أسوار المقاطعة يتشكلون في الغالب من التجار

والفلاحين الذين فروا من أراضيهم وأصبحوا من بعد ذلك أصحاب مهن مستقلين بأنفسهم. ونظرا لما كان يبديه التجار من اهتمام بمهنة التجارة وما يبدونه من تشجيع لكل ما من شانه أن يوطد دعائمها فإن أعداد هؤلاء الفلاحين وأصحاب المهن صار يزداد شيئا فشيئا حتى صار تعدادهم بمضي الزمن يفوق تعداد الأفراد الذين يسكنون داخل أسوار المقاطعة. وغني عن البيان إن عدد الحرفيين والصناع المهرة خارج أسوار المدينة كان يفوق عدد نظرائهم في داخلها. أما وقد صار عدد الوافدين الجدد حول أسوار المقاطعة يزداد باطراد فانه كثيرا ما عمل الإقطاعيون وأفراد مقاطعاتهم على الانتقال من مقار إقامتهم الرئيسية ويلجئون إلى مقاطعات جديدة وبعيدة عن خطوط التجارة ولكن ما إن يترك الإقطاعي وأتباعه مقاطعهم أو قلعتهم القديمة حتى نرى السكان الذين يقطنون خارجها يزحفون إليها ويحولونها إلى مقر حصين لطبقة جديدة من الأفراد هي الطبقة البورجوازية أو الطبقة المتوسطة من التجار والمقامرين والحرفيين وأصحاب المهن المستقلين. أما هذا المجتمع البورجوازي الجديد فانه ظل يحمل ضمن طياته أفكارا كثيرة انحدرت إليه-كما يقول كروثر-من المجتمع الإقطاعي، حتى ليمكن القول بأنه كان يطمح في بداية الأمر إلى تنظيم الحياة فيه على نحو ما كانت الحياة عليه في المجتمع الإقطاعي نفسه. فنلحظ مثلا أن نزعة الورع والتقوى كانت قائمة بين الأفراد في المجتمع البورجوازي في أولى عهده على نحو ما كانت عليه تلك النزعة عند الأفراد في المجتمع الإقطاعي. ولكن ما إن مضى زمن بعد ذلك حتى شعر الأفراد أن هداياهم للكنيسة مثلا لم تكن لتجعل حياتهم الدنيا افضل مما كانت عليه، بل إنهم راحوا يتشككون في أن تكون لعطاياهم أثر في آخرتهم. غير أن الأمر الهام هنا هو أن الاهتمامات الأساسية التي مال إليها الأفراد في المجتمع البورجوازي كانت مختلفة عن اهتمامات الأفراد في المجتمع الإقطاعي. فلقد كان البورجوازيون يهتمون بتسيير أعمالهم التجارية ويطمحون إلى جني ثروات طائلة أكثر من اهتمامهم بتصريف شؤون المدينة الجديدة وإدارتها، أو قل إنه لما كانت موارد رزقهم قائمة في التجارة والحرف اليدوية والصناعات المختلفة فان العلميات التجارية والصناعات الحرفية كانت تشكل أهمية أكبر بالنسبة لهم من قضايا السلطة وإدارة المدينة أو غيرها.

ويقول كروثر بان التجارة الناجحة تشرط معرفة بالبضاعة التي تكون محل بيع أو شراء. ولقد كان التجار والحرفيون المهرة في العصور الوسطى- كأسلافهم في القديم-على علم بخصائص السلع والبضائع وكان لهم شغف عظيم بمعرفة أدق صفاتها. ولكن يجب ألا يفوتنا هنا-وكما يرى كروثر-أن أثر المعرفة التقنية الدقيقة للطبقة البورجوازية بخصائص الأشياء وطبائعها على مجتمع العصر الوسيط كان مختلفا تماما عن أثر معرفة الصناع المهرة بها في المجتمعات القديمة التي ساد فيها نظام الرق. لقد كان البورجوازيون هم الذين يديرون دفة الأمور في مدنهم الصغيرة آنذاك وصار لهم في المجتمع شان عظيم، إذ كانوا-كما حال أي طبقة حاكمة أخرى-يولون مصالحهم أكبر قدر من العناية والاهتمام. أما التجار والحرفيون القدامى فإنهم لم يتمكنوا من إعتلاء سدة الحكم في مجتمعاتهم ولذا فإن عملياتهم ونشاطاتهم لم تكن موضوع دراسة جادة في أزمانهم. من هنا إذن رأى كروثر أن البورجوازيين في العصر الوسيط قد تمكنوا من تحقيق مكاسب لم تكن لتتحقق لأناس جاؤوا قبلهم، وذلك لأنهم أدخلوا إلى سر المهنة وعملياتها عوامل جديدة يتعلق بعضها بخصائص الأشياء وصفاتها. فلقد جعل البورجوازيون خصائص الأشياء محط أنظارهم وارتقوا بهذا العامل الجديد إلى المقام الأول في الأهمية. ولقد أكب بعض البورجوازيين الموسرين على الكتابة حول خصائص الأشياء في أوقات فراغهم، الأمر الذي أدى في النهاية إلى ظهور معرفة منظمة (سيستيمائية) بخصائص المادة أو طبائع الأشياء الفيزيائية. وفي القرنين السادس عشر والسابع عشر-وهما القرنان اللذان سرت فيهما أفكار البورجوازيين ونشاطاتهم في شتى مرافق المجتمع وقطاعاته-رأينا بعض العلماء الكبار آنذاك أمثال روبرت بويل يتجهون-عن غير قصد أو معرفة بأنهم كانوا يجسدون نظرة البورجوازيين إلى الأشياء- إلى دراسة خصائص المادة ويحققون في ميدان دراساتهم نجاحات باهرة. ولقد يعجب المرء كيف أن سيدا شريفا تقيا ونبيلا مثل بويل يذهب-في القرن السابع عشر-إلى التساؤل حول أمور كثيرة ويسعى باهتمام بالغ إلى فحص الآلات الميكانيكية وكيف تعمل، وهي أشكال من السلوك أو تساؤلات كانت في القرن الثاني عشر وبالنسبة إلى رجل في مقامه تعتبر تجديفا في حق الله وتطاولا عليه، وذلك بالإضافة إلى أنها أشكال من السلوك وضيعة

في نظر المجتمع. ولما كان العلم الحديث قائما-كما رأى كروثر-على مركب متوازن يجمع بين النظرية والتجريب فقد خلص كاتبنا إلى إن البورجوازية قد مهدت السبيل وخلقت الظروف المناسبة التي شاء العلم الحديث أن يظهر بينها. ولكن يجب أن نلحظ بان ذلك لا يعني أن نشاط البورجوازيين آنذاك كان يستهدف عن قصد وسابق معرفة إبراز العلم الحديث إلى الوجود أو دفع عجلة البحث العلمي إلى الأمام. فلم يكن البورجوازيون يسهمون طواعية في تمويل البحث العلمي ولم تكن نظرتهم إلى العلم عموما نظرة مشجعة. ولكن أيا كان موقف البورجوازيين آنذاك فإنهم-من دون قصد-نراهم يسهمون إسهاما عظيما في تمهيد الطريق لنشأة العلم الحديث وهو ما يعتبره كروثر أبرز مظهر من مظاهر الثقافة والحضارة منذ العصور النيوليثية (أي منذ العصر الحجري الحديث).

ولكن ما هي أبرز سمات العلم الحديث في أول عهده آنذاك؟ الجواب عند كروثر هو أن البحث في طبيعة العمليات التقنية تظهرنا على نمط خاص من العلاقات بين الأشياء، أو قل بأن هناك علاقة سببية بين الأحداث تتوالى الظواهر بموجبها تباعا. فنلاحظ مثلا ذوبان بعض الأملاح في الماء وتمدد المعادن أو انصهارها بالحرارة وهكذا ... .. أما هذه العلاقة فهي ما يطلق عليه عموما اسم العلاقة السببية. ويرى كروثر أن قوانين الطبيعة كلها تجسد العلاقة السببية هذه على نحو يرى فيه إن بعضها سابق لبعض آخر أو أن بعضها يكون سببا في حدوث بعض آخر. أما وأن هذه القوانين خاصة بالطبيعة ذاتها فان كاتبنا ذهب إلى القول بأنها بعيدة عن أثر أية قوة أو ظاهرة تكمن خارج الطبيعة ذاتها، لذا ذهب صاحبنا إلى أن البحث في خصائص الأشياء قد أوجب على البورجوازيين إقامة حد فاصل بين الله والطبيعة. فلقد كان الخادم الذي يعمل عند أسياده الإقطاعيين يفهم الطبيعة-كما تصور كروثر-على أنها تشكل جزءا من ملكوت الله وهي-أي الطبيعة-قائمة فيه لا منفصلة عنه، وكانوا يتصورون أن الطبيعة متدنية عن الله كالخادم يحتل مرتبة متدنية عن مرتبة سيده الذي يحيا في ظل نعمته ويخضع لسلطاته. فظاهرة الإقطاع-في رأي صاحبنا-كانت تشكل سلسلة رأسية تتوالى بموجبها مراتب السلطة في حين أن البورجوازية كانت تشكل سلسلة أفقية تتوالى بموجبها الأسباب والنتائج في الظواهر الطبيعية أو

العمليات التقنية والأبحاث العلمية.

ثم سعى كروثر بعد ذلك إلى استعراض دور النقود في حياة ذلك العصر فقال بان شارلمان كان قد أقام في القرن الثامن نظاما موحدا للعملات النقدية والأيام والقياسات المختلفة. غير أن هذا النظام الموحد صار يتهافت شيئا فشيئا في القرن التاسع وذلك لأن المجتمع الإقطاعي القائم على الزراعة أساسا لم يكن بحاجة إلى وحدات قياسية متعارف عليها كالأوزان والقياسات المختلفة مما يسهل عمليات البيع والشراء والتبادل التجاري مثلا فالتجارة كانت معدومة تقريبا في المجتمع الإقطاعي. ولقد كان الناس في كل مقاطعة مرتبطين بالأرض التي يقيمون عليها وكانت الأجور تدفع عينا لا نقدا ولما كان لأمر كذلك فان عمليات التبادل المحلية المحدودة ونظام الأجور كانت جميعها تتم بموجب أوزان وقياسات محلية تخص كل مقاطعة على حدة. وكانت الزراعة والصناعة في طلائع عهد الإقطاع تمارس من غير ما استغلال لرأس المال في عملياتهما. غير أن أهمية النقود ودورها الهام في المعاملات التجارية قد استعادا قوتها قوتهما إبان القرن العاشر-كما يرى صاحبنا-نتيجة النشاط التجاري الذي كان قائما آنذاك. وما إن ازدهرت التجارة شيئا فشيئا في القرن العاشر حتى رأينا المدن تقام تباعا وتزداد الأموال التي جمعتها طبقة التجار الجدد. ثم يشير كروثر إلى أن ظاهرة تكدس الأموال وازديادها لم يتم بين عشية وضحاها وإنما تم ذلك ببطء وعلى مدى فترة طويلة من الزمن. ولقد استشهد صاحبنا في ذلك برأي كانينغهام الذي أشار إلى أن حجم التجارة في أوروبا لم يزد كثيرا بين سنة 1300-1600، وذلك على الرغم من الاختلاف العظيم الذي طرأ على وسائل إنفاقها وأوجه استثمارها.

ويقول كروثر بان المجتمع الإقطاعي كان ينظر إلى الإنتاج على أنه كمية ثابتة لكونه مبنيا على محصول الزراعة الثابت، ولم يستطع المجتمع الإقطاعي آنذاك أن يتصور إمكانية زيادة. الإنتاج أو تحسين الوسائل المستخدمة فيه على الرغم من أن ذلك هو ما حدث بالفعل. ولما لم يكن المجتمع الإقطاعي يرى في رأس المال نفعا-لأن نظام المبادلات العينية هو الذي كان سائدا ولأن الزراعة والصناعة المحدودة لم تكن بحاجة إلى رأس مال-نقول بان المجتمع الإقطاعي إزاء ذلك كله أنكر شرعية الربا وعمل عل توطيد تلك القاعدة

وفرضها عل الناس عبر الكنيسة. ظلت تلك القاعدة قائمة لمدة من الزمن ولكنها سرعان ما اندثرت عند نهاية العصر الوسيط، إذ كان التجار آنذاك يبتكرون طرقا مختلفة للتهرب من سلطة الكنيسة وأعرافها، فأعلنوا مثلا أن الربا ليس خطيئة أو جرما وراحوا في كل ذلك يجتهدون في إيجاد مبررات تسوغ نهمهم وجشعهم وحبهم للمال.

وفي القرنين الثاني عشر والثالث عشر كان المال يقرض أساسا- لجهة واحدة فقط وهي السلطة- بموجب ضمان من قبل السلطة الحاكمة يشمل الجواهر والأراضي التي تكون في حوزة الحاكم. أما «السلفة» أو «الدين» فانه كان يصرف في تمويل الحروب مثلا أو إنفاق المال على شؤون البلاط. فلم يكن المال يقرض لإقامة مشروع استثماري وإنما كان يقرض وينفق في ميدان غير منتج، أو قل بأنه كان يستهلك استهلاكا غير منتج وكان من نتيجة كل ذلك أن تدهورت أوضاع الممولين في العصور الوسطى من أصحاب البنوك. أما وقد حظرت الكنيسة عمليات الربا فان عمليات القروض النقدية وإجراءاتها أضحت صعبة للغاية بالنسبة للتجار المسيحيين، في الوقت الذي سعى فيه الممولون من غير المسيحيين إلى إطلاق أيديهم في عمليات القروض والحصول على فوائد عليها. فيذكر اهرن بيرغ أن أول اضطهاد عام قام ضد اليهود حدث في سنة 1096 وهي السنة التي تثبت الوثائق فيها قيامهم باول عملية إقراض. لذا رأينا سكان إيطاليا الشماليين يتصدون لعمليات إقراض النقود هذه وتلاهم بعد ذلك أهالي فلورنسا. ثم رأينا إجراءات التصدي تلك تتم على نحو مماثل في إنجلترا وهولندا وذلك قبيل نهاية القرن الثالث عشر. أما أول هيئة مسيحية قامت بعمليات إقراض النقود فقد كانت هيئة جمع المستحقات البابوية الواجبة. ولما كانت عمليات الإنتاج في طلائع العصر الوسيط لا تحتاج لرأس مال وكانت عمليات الربا وإجراءاتها تحفها مخاطر كثيرة، حيث لم تكن هناك فرص كبيرة للاستثمار المربح للأموال، لذا كانت عمليات التصدير والاستيراد التجاري تشكل أفضل عائد مربح، فلا عجب-في ضوء كل ذلك-أن رأينا وسائل التعامل التجاري وفنونه قد بدأت إبان العصور الوسطى في المدن الساحلية والموانئ وتطورت فيها. ولما كانت إيطاليا-كما ذهب كروثر-أول المجتمعات الأوروبية التي قامت فيها موانئ هامة، فان مبادئ الاستثمار الحديثة وعمليات التمويل ظهرت

أول ما ظهرت على أيدي الإيطاليين أبناء ذلك العصر.

أما المعاملات المصرفية وهي التي تطورت بفضل عمليات التبادل النقدي وتقديم القروض بموجب فوائد تستحصل عند التسديد، وبفعل نشاط الشركات التجارية القائمة آنذاك، فإن الإيطاليين أيضا كانوا أول من ابتكرها وهم أول من أدخلها إلى سائر المجتمعات الأوروبية. ويرى كروثر أنه لما كانت بضائع الإيطاليين التجارية غالية الثمن وتستوجب أموالا طائلة لشرائها فانه غالبا ما كانت صفقات شرائها تستدعي تعاون جماعة من المقرضين. ولقد اتسع نطاق التعاون في عمليات الاستعمار حتى صار يشمل عمليات استثمارية أخرى كمشاريع التمويل العقارية مثلا.

أما وقد أثبت الاستثمار جدواه فإن إمكانية جني أرباح طائلة بتوظيف الأموال في التجارة قد أعطى دفعة قوية لعمليات الإنتاج والتوسع فيه. فلقد صار التجار يسعون إلى إدخال بضائع جديدة في ميدان التعامل بينهم وصاروا يطالبون بإنتاج المزيد وإيجاد فائض يزيد على حاجة السكان واستهلاكهم المحلي. وكانت هذه المطالبة في أساسها تعارض وجهة النظر التي درج الناس على الأخذ بها في العصور الوسطى والتي كانت ترى بان المدينة أو الإقطاعية وما يحيط بها هي وحدة اكتفاء ذاتية تكفي نفسها بنفسها. ففينيسيا مثلا كانت متخصصة في صناعة الزجاج والحرير وكانت جنوا تتكفل بإنتاج السلاح، أما فلورنسا فإنها كانت تضطلع بصناعة الملابس.

كانت فلورنسا هذه أول مركز مالي يشتهر بالعمليات المصرفية في أوروبا وذلك نظرا لتكدس الأموال فيها وحسن استغلالها وإدارتها. أما شهرتها في هذا الميدان فإنها ترجع إلى أنها كانت مدينة تقع في الداخل لا على الساحل، ولما لم يكن التجار فيها يستطيعون استثمار أموالهم في الأعمال التجارية التي تتميز بها مدن الموانئ التجارية البحرية فقد رأيناهم يلجئون بدلا من ذلك إلى التخصص في عمليات التمويل والاقتراض النقدية. ولعله من الطريف أن يشير كروثر إلى سعي الملوك الإقطاعيين الذين لا يتمكنون من تحصيل ما يحتاجون إليه من مال في مقاطعاتهم إلى الاقتراض من أصحاب المصارف في فلورنسا. ولقد أدى ذلك بدوره إلى ازدهار العمليات المصرفية من ناحية وإلى اتساع نطاق القروض من ناحية أخرى. أما لماذا أدى كل ذلك إلى اتساع نطاق الحرب فإن مرجعه إنفاق مزيد من الأموال

التي يقترضها الملوك والأمراء الإقطاعيون على عمليات الغزو والدفاع. فلقد كان كبار العسكريين في المجتمع الإقطاعي يخططون لحملاتهم الحربية على ضوء ما يتوفر لديهم من مال وعتاد محدودين، أما وقد صار مألوفا أن يقترض الإقطاعيون من المصارف آنذاك فإن وفرة المال بين أيديهم حفزت همم الملوك والعسكريين على تمويل حملات حربية أوسع نطاقا.

ولقد أدى اقتراض الإقطاعيين للمال واتساع نطاق الحروب إلى قيام تغيرات اجتماعية وسياسية هامة. فنرى بعض النبلاء الإقطاعيين يتحولون إلى ملوك يحكمون مجتمعات كبيرة، أو قل بأن سلطانهم صار يشمل أمة بكاملها. ذلك ما حدث على وجه التحديد في إنجلترا وفرنسا أولا. انظر إلى إنجلترا آنذاك ترى الملك وليام-وهو الذي كان في السابق دوقا إقطاعيا لا ملكا-يبسط سلطانه على كل إنجلترا، وأصبحت البلاد تخضع له ولحلفائه كما لو كانت كلها ملكية إقطاعية. فالسلطة-التي تكون بيد الحكم في إنجلترا-تقوم على مبدأ الوراثة بموجب ذلك لا على مبدأ الانتخاب. أما قياصرة ألمانيا وملوك فرنسا فإنهم كانوا ينتخبون من قبل الأمراء الإقطاعيين.

ذكرنا أن الأمراء الإقطاعيين قد درجوا على الاقتراض من البنوك الفلورنسية، وها نحن من جديد نزيد على ذلك فنقول بأن الأمر ظل ساريا حتى بعد أن اتسع نطاق الحروب وقيام الملكيات أو الإمبراطوريات الكبيرة. ظل ملوك إنجلترا مثلا يقترضون من البنوك من فلورنسا حتى عهد إدوارد الثالث الذي أعلن إفلاسه وإفلاس المولين الفلورنسيين الذين زودوه بالمال وذلك في سنة 1339. وما إن شعر إدوارد بورطته حتى راح يقترض من الأمراء الإقطاعيين ومن الأفراد في بلده وذلك على حساب تقليص معلوم في سلطاته السياسية والمالية. ولقد أدى ذلك الوضع في حد ذاته إلى ازدياد الاضطرابات ضمن حدود المملكة الواحدة واشتعلت الحروب الداخلية إلى الحد الذي صار الملك يهتم فيه بالحروب بالداخل أكثر من اهتمامه بالحروب مع عدو في الخارج. وفي الوقت الذي استمرت الحروب فيه قائمة-في الداخل والخارج-سنوات طويلة تدهورت الأوضاع الاجتماعية والاقتصادية خلالها إلى مستوى خطير، نقول إنه عندما كان كل ذلك قائما رأينا البنوك والمولين الفلورنسيين يستعيدون نشاطهم شيئا فشيئا ويتجاوزون نكبتهم التي أصابتهم على يد ادوارد الثالث كما سبق أن أشرنا.

غير أن الجيل الجديد من المولين الفلورنسيين كانوا من عائلة ميدتشي التي استقرت في فلورنسا في القرن الثالث عشر، وإن كانت عمليات التمويل التي كانوا يتخصصون بها قبل ذلك تمتد إلى الوراء عبر ثلاثة أجيال سلفت. كانت عائلة ميدتشي هذه من أشهر العائلات في فلورنسا، وكان أفرادها يتخصصون في عمليات التمويل والقروض المالية حتى أصبحوا يشتهرون بهذا الميدان من الاقتصاد.

ولكن ما لنا لا نلقي نظرة متعمقة بعض الشيء على المكانة الاجتماعية أو مراتب النفوذ السياسية التي كان يتمتع بها رجال المال والبنوك؟ انظروا مثلا إلى ارديكو ميدتشي كيف أصبح زعيما للنقابات المهنية وصارت له في المجتمع مكانة رفيعة في سنة 1314. أما سلفستر ميدتشي فانه صار زعيما للعمال الذين يشتغلون بصناعة الطوب في القرن الرابع عشر. بل ما قولك في رجل يدعى كوسينو الأكبر وهو من حكم فلورنسا مدة ثلاثين عاما بفضل ما يتمتع به من قوة اقتصادية ووفرة مال. كان هذا ذكيا دائب الحركة والسعي وراء مصالحه، ولأنه كان بورجوازيا فانه لم يكن يهتم كثيرا باللقب الذي يحمله أو ما يوجبه عليه لقبه ومركزه من تبعات، بل كان يعمل بدلا من ذلك على تدعيم مركزه السياسي وتوطيد مكانته الاقتصادية عبر قيادته للطبقات الاجتماعية المتدنية وصراعه ضد النبلاء. فكان أن أنهك النبلاء على الصعيد الاقتصادي وحرض عامة الناس عليهم عندما سعى النبلاء إلى استعمال القوة والسلاح في محاولة للحد من نشاطه ونفوذه بين الناس. نرى هذا الرجل قد طغى سلطانه بعد ذلك حتى قضى على كل منافسيه الاقتصاديين بفضل تأييد أفراد الشعب له، وهم الذين كانت مناصرتهم له نابعة عن إيمان بما يدعيه من أن أعماله وكفاحه يستهدف صالح الطبقات الدنيا وعامة الناس. أكثر من ذلك-كما يرى كروثر-هو أنه صار بعد فترة يخيف القوى العسكرية الأجنبية ويهددها بقطع التسهيلات المصرفية لعمليات التمويل الاقتصادية حتى لقد بلغ الأمر أن أحبط محاولة اجتمعت فيها جهود كل من فينيسيا ونابولي للوقوف ضده والحد من نفوذه وسلطانه. أما خلفاؤه فانهم كانوا يعلقون مناوئيهم من كعوب أقدامهم وكانوا يسخرون بعض الفنانين-أمثال ليوناردو دافينشي-كي يرسموا صورا هزلية لهؤلاء وهم معلقون. ولقد أثر عن كوسيمو الأكبر نفسه انه كان يود لو أن

الله الأب، والله الأبن، والروح القدس جميعهم دخلوا في دفتر حساباته كمقترضين.

تواترت الأحداث والاضطرابات والتطورات تباعا بعد ذلك. فقد أطاح الفلورنسيون بمبدأ العبودية وقضوا على العرف الذي جرى على إباحة الرق وذلك بموجب مرسوم صدر سنة1415. ثم عقب ذلك حدوث تطور في ميدان الزراعة وتحسن طرأ على وسائلها وذلك إلى جانب إستحداث مهم وأعمال كثيرة لم يكن للمجتمع آنذاك معرفة بها. ثم بدأ الضعف يسري شيئا فشيئا في بنية النظام الإقطاعي وذلك عندما فطن الناس إلى أن المال يكسب صاحبه قوة تزيد على القوة التي يتمتع بها الإقطاعي نفسه. فلم يعد أهل المدينة يعيرون اهتماما لألقاب الأمراء الإقطاعيين أو يكترثون بالأبهة والعظمة وهالة الرفعة والوقار التي دأب الأمراء على إحاطة أنفسهم بها. بل زاد أهل المدن الإيطالية-حين شعروا بسطوة القوة التي يتمتعون بها- إلى التسفيه من شان العبيد الذين ظلوا يرزحون تحت رحمة الإقطاعيين وسيطرتهم.

ثم رأى كروثر أن إثراء الطبقات الجديدة وأساليبهم في الكسب وجمع المال قد أدت إلى التركيز على عوامل الابتكار ومظاهر الإبداع كما شددت على أهمية الخبرة والتجريب. وكانت الروح التي سرت بين الناس آنذاك حول إمكانية الخلق والإبداع قد حفزت الهمم من أجل البحث عن كل جديد والكشف عن المزيد من الأسرار. فالإنسان الذي شغف بدراسة الطبيعة وخصائص الأشياء قد أصبح هو نفسه مجال دراسة ومحط اهتمام. وكما رأينا بعض المفكرين الطليعيين يجهدون لإحياء تراث قديم مضى عهده رأينا بعضا آخر إلى جانبهم يسبرون غور طبيعة الإنسان ويحاولون فك أسرار الأشياء معا لأجل أن يستفيدوا من الطاقات الجبارة والإمكانات الهائلة التي ينطوي عليها كل من هذين القطبين (أقصد الطبيعة والإنسان).

من هنا خلص كروثر إلى أن كل تلك التطورات التي طرأت في ميدان الاقتصاد والأعمال التجارية وما صاحبها مكن استئثار رجال المال بمكانة سياسية واجتماعية، وذلك إلى جانب ما طرأ من تحول في وجهات النظر إلى العمل اليدوي والحرف الصناعية، أقول إن كل ذلك كان له أثر كبير على ظهور نزعة الخلق والإبداع والميل إلى الابتكار في ميادين كثيرة لعل

أهمها ميدان العلم نفسه وإجراء التجارب. فلقد رأى صاحبنا أن المكانة الإجتماعية الرفيعة التي حظي بها الحرفي الماهر قد ظهرت وتوطدت دعائمها في مجتمع تجاري وهو المجتمع البورجوازي الذي أتينا على ذكره.

ولقد رأينا أيضا كيف كتب للمجتمعات البورجوازية آنذاك-ممثلة بالطبقة الحاكمة الجديدة من أصحاب البنوك أمثال عائلة ميدتشي-أن تظهر ويرتفع شأنها على أنقاض المجتمع الإقطاعي نظرا لأن هذه المجتمعات الجديدة نفسها لم تكن تلتفت إلى نظام الطبقات ومراتب تصنيف الأفراد التي كانت قائمة في المجتمع الإقطاعي، ناهيك عن أن المجتمعات البورجوازية لم تكن تنظر إلى العمل اليدوي والحرف المهنية نظرة استهتار واستصغار كما كان العهد عليه في الماضي. غير انه يجب ألا يغرب عن بالنا أن حماس البورجوازيين الجدد قد فتر وبدأت نظرتهم الثورية تتزعزع ويصيبها الضعف لأنها صارت تستهويها تيارات فكرية متضاربة ومصالح جديدة كانت معادية في جانب منها للعلم نفسه. إلا أن العلم وتطوره من بعد ذلك لم تعد تحدده الطبقة البورجوازية، وهي التي كانت بلا شك تشكل عاملا هاما في توجيه مسيرة العلم. لقد انعتق هؤلاء من وصمة العار والذلة والمهانة التي كانت تلحق بهم وذلك في فترة التحول التي انتقلت بها السلطة وتحول بها المجتمع من عهد الإقطاع إلى عهد البورجوازيين أصحاب المال وأرباب البنوك. وإذ ارتفع شان الصناع المهرة والحرفيين في المجتمع لكونهم صاروا يشكلون ثقلا هاما في عمليات إنتاج السلع والاتجار بها فقد ذهب كروثر إلى الاعتقاد بان ذلك كله أدى إلى توفير المناخ المناسب لنشأة العلم التجريبي وازدهاره في نهاية المطاف.

11 التكنولوجيا ونشأة العلم

من الباحثين الذين سعوا إلى إبراز أهمية عصر النهضة باعتباره منعطفا جديدا في مسيرة العلم لين وايت الصغير فلقد رأى هذا أن الابتكار والخلق الجديد سمتان هامتان تميزان تكنولوجيا العصر الوسيط. وهنا يبرز سؤال هام يحاول وايت الصغير أن يجيب عليه وهو هل للتطور التكنولوجي علاقة وأثر على تطور العلم والمعرفة العلمية ؟ سبيلنا الآن إلى عرض جملة من أفكاره حول مظاهر التكنولوجيا التي سادت عصر النهضة وأثرها على تطور العلم.

فلقد رأى كاتبنا أن جاليليو كان أعظم عالم جاء بعد أرسطو، ولأن جاليليو كان قد خلق في تيار الفكر في عصره أثرا بالغا يندر أن يخلقه علماء آخرون، فإن نصيبا كبيرا من الحوار واختلاف الرأي حول العلاقة التاريخية التي تربط بين العلم والتكنولوجيا قد ترتكز حوله. فمنذ أن ظهر كتاب ليوناردو اولسكي «جاليليو وعصره» سنة 1927- وهو الكتاب الذي أرسى القواعد الحديثة لدراسة العصر الذي عاشه جاليليو وطبيعة الخلفية الثقافية التي صدر عنها-نرى أن المثقفين والباحثين باتوا يعلمون أن اهتمامات جاليليو إبان المراحل الأولى لحياته وحتى السنة التي اخترع فيها التلسكوب حوالي

سنة 1609، كانت اهتمامات تكنولوجية بالدرجة الأولى، وكذلك قل في الصبغة العامة التي تميز بها عصره آنذاك. ولعله من قبيل الاستطراد أو الحديث المعاد أن يذكر المرء كيف أن جاليليو كان قد درس في فلورنسا على يد المهندس والميكانيكي الشهير اوستيليو ريسي وكيف أتقن بعد ذلك حرفة تصميم الآلات، وشق القنوات وعمل الحواجز والتحصينات، وكيف أثر عنه-بحسب رواية شهيرة-أنه أهان جيوفاني ميديتشي قائد حامية ليفورنو وذلك حين أشار الأول إلى عدم فعالية آلة كان قد صممها الثاني وكيف أن تقلده منصب أستاذ في جامعة بادوا كان بفضل تزكية من طرف المهندس الحربي الشهير ديلمونت وكيف أنه كانت له ورشة في منزله في بادوا، وكيف أنه سجل اختراع آلة لرفع الماء في فينيسيا سنة 1597 . واكثر من ذلك كما يقول وايت الصغير هو أنه منذ أن نشر أولسكي كتابه الآنف الذكر فان المرء بات يعلم كيف بدأ جاليليو كتابه الشهير «المحاورة» سنة 1638 بوصف درامي لمستودع الأسلحة. arsenal في فينيسيا باعتباره عملا علميا هاما يدعو إلى قدح زناد الفكر والخيال العلمي الخصب.

غير أن الأمر الهام في الأفكار التي طرحها اولسكي حول جاليليو وإنجازاته العلمية هو استغلال بعض المؤرخين لكتاباته في وجهات نظر ينادون بها هم أنفسهم ويرون أن أفكار أولسكي تؤيدها. هنا نرى وايت الصغير يقف موقفا هاما حين يذكر بان أولسكي لم يذهب في تفسيره إلى أن اهتمام جاليليو بالمظاهر التكنولوجية في عصره يمكن بمفرده أن يفسر لنا سر النجاحات العلمية التي أحرزها، بل لعل ذلك الاهتمام نفسه لا يشكل الجانب الهام من بين جملة الجوانب التي ربما اجتمعت على نحو يظهر لنا الظروف التي أحاطت بالإنجازات التكنولوجية العظيمة التي حققها. ما كان يصر عليه أولسكي، كما يقول وايت الصغير، هو أن العامل التكنولوجي كان عاملا هاما إبان فترة التشكل العلمي التي مر بها جاليليو. ولقد لاقى كتاب أولسكي حين ظهر لأول مرة في سنة 1927 مصيرا عجيبا، إذ على خلاف ما كان يتمناه كاتبه رأينا الكتاب يزود التيار الماركسي بدفعة قوية ويستحوذ على ولاء المفكرين الماركسيين إبان الثلاثينات والأربعينات من هذا القرن. فلقد رأينا كتبا ومقالات كثيرة جدا ظهرت على أيدي جماعة من المفكرين أمثال بوركينو وزلزل وجميعها تؤكد-إن لم تكن في الحقيقة

تبرهن من خلال تركيزها على جاليليو وديكارت ونيوتن-على أن العلم السائد في أية فترة تاريخية إنما هو بحث في القضايا النظرية التي تثيرها التكنولوجيا السائدة في كل عصر أو فترة، وهي التكنولوجيا التي تعكس بدورها مصالح الطبقة الحاكمة، ومن هذا المنطلق يرى هؤلاء الكتاب الماركسيون أن جاليليو غدا ألعوبة أو دمية إزاء البورجوازية الإيطالية التي كانت تتحكم أ بمسار التكنولوجيا وتحركها الوجهة التي تريد. ومن المؤكد-كما يرى وايت الصغير-أن المروجين للأفكار الماركسية الذين أظهروا تعاطفا مع الكتابات والأعمال التي كتبها بوركينو وزلزل وغيرهم كانوا يرون بأن قضية كهذه إنما تخدم على نحو واضح أهدافهم ومنطلقاتهم الأيديولوجية، جهودهم لم تحظ بنجاح كبير على أية حال، فلقد ارتد عن ذلك التيار الماركسي في التفسير نسبة كبيرة من العلماء ومؤرخي العلم، ونراهم يتراجعون عن الفكرة التي تقول بأن المجتمع يشكل طابع العلم وصورته عبر التكنولوجيا.

فلقد رأينا في عام 1939 ثورة مضادة لتلك الكتابات والأفكار بدأها الكسندر كواريه وذلك عندما نشر في تلك السنة «دراسات في جاليليو .Galilean Studies وهو كتاب ضخم ظهر في عدة أجزاء. وعلى الرغم من أن كواريه يعترف في أول صفحة من كتابه ذاك بأهمية تاريخ التكنولوجيا إلا أننا لا نجد في أي موضع آخر إشارة ثانية إلى أهمية الموضوع. ففي ملاحظة تتعلق بما ذكره كواريه في الصفحة الثانية من كتابه نفسه نراه ينتقد بشدة قلما عهدناها في كتاباته الرصينة منهج الفلسفة النفعية .Scientific utilariaianism عند فرانسيس بيكون تماما مثلما نراه في ملاحظة ثانية تتعلق بالصفحة الثالثة يتجاهل المعرفة الواسعة التي أظهرها اولسكي في كتابه السالف الذكر. كانت نظرة كواريه إلى جاليليو تماثل نظرة جاك ماريتان للقديس توما الأكويني، إذ رأى فيه عقلا جبارا يحلق في عالم من الصور الخالصة لا تدنسه اعتبارات عملية ولا يتأثر بظروف العالم الخارجي الذي يحيط به. ومن هنا صحت تسمية روبرت هول لموقف كواريه بأنه موقف «أفلاطوني مضاد للمنهج التجريبي».

ويرى وايت الصغير بأنه من المسوغ لمؤرخ العلم أن يكتب تاريخ العلم بوحي من المنهج الذي يهتم بالتطور الداخلي لقضايا العلم ومشاكله وحلولها

على نحو ما ينهج مؤرخ الفن حين يسلك سبيلا كهذا في بحثه. ومن المؤكد أن كواريه كان عالما شهيرا في انتهاجه نهجا كهذا، فالمنهج الذي اختطه يوضح لنا كثيرا من القضايا الغامضة الأمر الذي يفسر لنا كيف صار منهج كواريه ذاك شائعا بين مؤرخي العلم المعاصرين وبخاصة الأمريكيين منهم. ولكن الوضوح التام قد لا يكون الميزة الوحيدة في كتابة التاريخ. يرى وايت الصغير مثلا-وهو من يعترف بأنه ليس من مؤرخي العلم-أنه على الرغم من أن الدراسة في تاريخ العلم صارت تكتسب اليوم أعرافا يزداد باطراد من قبل الفلاسفة؛ إلا أن ميدان الدراسة هذا غدا أقل استحواذا على اهتمام المؤرخين عموما والاقتصاديين، وأصحاب علم النفس الاجتماعي، وأصحاب علم الاجتماع، والمهندسين... . نقول بأن تاريخ العلم صار أقل لفتا للنظر واستحواذا على اهتمام هؤلاء مما كان عليه حاله قبل خمس وثلاثين سنة وذلك عندما كان الحوار على أشده بين مؤرخي العلم الذين لم يقتصروا في مناقشاتهم للعلم فقط باعتباره ميدانا أو نشاطا فكريا متميزا وإنما شملت مناقشاتهم طبيعة العلاقة بين العلم والقضايا الإنسانية الأخرى ومدى تلك العلاقة. ويذكر وايت الصغير أنه يخشى كثيرا على مستقبل الدراسات وتاريخ العلم ويخشى من اضمحلال الاهتمام بميدانه إذا ظل الاعتقاد سائدا بخلو الأفكار العلمية وصفائها تماما من كل اعتبارات أخرى.

إذن على أي نحو يستقيم فهمنا لعلاقة جاليليو بالتكنولوجيا سواء من خلال احتمال وإمكانية تأثيرها عليه أو تأثيره هو عليها. وإزاء هذا السؤال ذهب وايت الصغير إلى القول بان العلاقة بين العلم والتكنولوجيا-من الناحية التاريخية-تعكسها ثلاثة جوانب: نرى في الأول منها أن التكنولوجيا تطوح مشكل أو خبرات تعمل على إذكاء روح البحث العلمي.. . ويعكس الجانب الثاني منها علاقة بين العلم والتكنولوجيا تظهر عندما يحتاج العلماء إلى أجهزة أو آلات وأدوات يعمل «التقنيون» على صنعها وتوفيرها، وهذه الأجهزة والأدوات تعمل هي بدورها على إعانة العلماء على كشف المزيد من جوانب العلم الخافية من ناحية كما تعمل على مد التقنيين بأفكار جديدة لاختراعات قادمة من ناحية أخرى. أما الجانب الثالث والأخير فانه يتعلق بالاكتشافات العلمية التي تؤدي أحيانا إلى تطبيقات عملية.

يدعونا وايت الصغير بعد ذلك إلى استعراض تلك الجوانب الثلاثة التي

تجسد العلاقة بين العلم والتكنولوجيا استعراضا مقتضيا كما تشهد بذلك أواخر العصور الوسطى وفترة عصر النهضة. فمن الواضح كما يرى كاتبنا أن الجانب الثالث هو الذي يجب أن يحظى باهتمام بالغ عند الخوض في هذا الموضوع باعتبار إن اعتماد المهندس الصناعي المبتكر على العالم المنظر أصبح أمرا يقر بصحته الكثيرون. ويقول وايت الصغير إنه لما كان هو من أكبر المتحمسين لتكنولوجيا العصر الوسيط فإنه يبدو من الأولى به بادئ ذي بدء أن يطرح قائمة لعدد من الإنجازات العلمية التي أقدم عليها تقنيو العصر الوسيط وحرفيوه. ولكنه يصرح بأنه سيكتفي بذكر الإنجاز العظيم الذي تحقق عند كتابة الرسالة الهامة حول المغناطيسية Epistola de magnete وهي الرسالة التي كتبها بيتر ماريكوت حوالي سنة 1269 وذلك عندما كان هذا مهندسا حربيا في بطانة شارلز انجو إبان حصار لوسيرا. أما البوصلة المغناطيسية التي تعين البحارة في ملاحاتهم فأنها وصلت إلى أوروبا من الصين حوالي سنة 1190. ومن المؤكد أنه لولا مجيء البوصلة من الصين لما كان ممكنا أن يكتب بيتر ماريكوت رسالته حول المغناطيسية كما يقول وايت الصغير. ولأن الكتاب الذي ألفه جلبرت في المغناطيسية سنة 1600 De magnete. قد استلهم فيه مؤلفه أفكار بيتر، فان رسالة بيتر نفسها تكون قد سطرت إنجازا عظيما في تاريخ العلم. وعلى ذلك ذهب وايت الصغير إلى القول بأنه يمكن للمرء أن يتوقع أثرا مماثلا تحدثه التكنولوجيا في تيار الفكر العلمي في العصر الوسيط، إذا ليس هناك ما يحول دون قيام ذلك الأثر وظهور مثل تلك العلاقة. ومع ذلك فإن وايت الصغير يقر بأنه لم يعثر على حادثة تجسد بوضوح تام صلة كتلك الصلة بين رسالة بيتر وكتاب جلبرت في المغناطيسية اللهم إلا بعد أن يرصد الباحث في القرن الخامس عشر العلاقة بين جهاز برونيليشي الخاص بالمنظورات، perspective وبين جهاز البرتي الغرفة المعتمة Camera Obscura الذي ظهر سنة 1430. فكلا هذين الإنجازين صنعهما صانعان ماهران لا بوحي من نظرية علمية كانت قائمة آنذاك وإنما جاء الجهازان نتيجة عمل تجريبي خالص وقادا في نهاية الأمر إلى تأجج ثورة الفكر والخيال العلمي الخصب حول طبيعة الضوء والرؤية البصرية Light and vision الذي يراه وايت الصغير هو أنه لم يظهر أثر التكنولوجيا على العلم إلا في أواخر القرن السادس عشر، وذلك

حين شهدت تلك الفترة أعمال تارتاليا، وبنيديتي، وستيفن. لقد ظهرت آنذاك بعض النظريات العلمية التي انبثقت أساسا من المنجزات التكنولوجية التي حققها المهندسون الصناعيون، أو قل بأن بعض النظريات العلمية التي ظهرت في ذلك الوقت كانت انعكاسا للنجاحات التكنولوجية التي سطرها الصناعيون والحرفيون المهرة.

أما العلم في العصر الوسيط-كما رأى وايت الصغير-فقد تمثل أكثر ما تمثل بكتابة المؤلفات والتفكير النظري المجرد من دون التفاتة إلى التجربة والتطبيق. وكان الإسهام العلمي في العصر الوسيط متمثلا في الترجمات الواسعة التي تمت في أواخر القرن الحادي عشر من اللغة العربية والإغريقية. ولقد أدى الاهتمام المتزايد آنذاك بالكتابات القديمة إلى بعث الحياة من جديد في التراث اليوناني الروماني وإن كان ذلك التراث يأنف بطبيعته من العمل المهني أو مزاولة الحرف مما حال بين المهتمين به-أي بذلك التراث-وبين محاولة تطبيق النظريات التي وردت في المؤلفات القديمة أو إجراء التجارب للتثبت منها. وإزاء ذلك-كما رأى وايت الصغير-كان على القساوسة من أتباع القديس بنيدكتين، benedict أن يتعلموا ويتقنوا العمل اليدوي وذلك كقاعدة عامة يلتزمون بها في حياتهم ونمط تفكيرهم. وما على المرء إذا ما رام معرفة بمنهج أولئك القساوسة سوى الرجوع إلى الخواطر التي سطرها رجل الدين ثيوفيلوس في رسالة حول الصناعات والحرف كتبها ما بين سنة 1122-1123 وذلك في وقت كانت فيه حركة الترجمة نشطة جدا. أما الفاصل الذي أقيم بين الفكر والعمل أو(النظرية والتطبيق) فإنه يظهر على أوضح صورة في القرن الثالث عشر وذلك عندما سحب الأطباء الذين يعملون في الكليات الجامعية أنفسهم من فئة الجراحين والصيادلة الذين كانوا يزاولون عملا يوجب عليهم-بحكم طبيعته-استخدام أيديهم.

كان العلم في العصر الوسيط إذن علما نظريا يتمثل في استقلالية التفكير النظري المجرد ويرتبط أيما ارتباط-من خلال جهود المسلمين والبيزنطيين-بالعلم اليوناني ومنهجه، أو قل بأن مشاكل العلم في العصر الوسيط كانت هي ذاتها مشاكل المفكرين اليونان، ولما كانت طبيعة العلم آنذاك نظرية في المقام الأول فان العلم النظري لم يكن مستمدا من النشاطات

التقنية التي شهدتها تلك الفترة.

غير أن المعجزة التي حدثت آنذاك-كما يرى وايت الصغير-هي أنه على الرغم من عامل الإعاقة الذي تميزت به نهاية القرن الثالث عشر والقرن الرابع عشر، فإن العلماء النظريين الذين ظهروا في تلك الفترة قد جاءوا بأنماط فكرية مستحدثة في دراساتهم للرياضيات، والبصريات optics. والفيزياء. ولقد شكل هذا التجديد التام في تيار الفكر العلمي خلفية عامة ارتكزت عليها أعمال جاليليو وإنجازاته العلمية الكبرى.

ويرى وايت الصغير أن إنكار الصلة الوثيقة والاستمرارية الفكرية بين القرن الرابع عشر وبين القرن السابع عشر يعني تجاوزا وطرحا لكل الدراسات والكتابات الأكاديمية الحديثة في تاريخ العلوم، وهي التي تشهد جميعا بقيام تلك الصلة والاستمرارية. صحيح أن إنجازات العلماء عبر العصور يختلف إن بشكل أو بآخر بعضها عن بعضها الآخر ولكن الذي يراه وايت الصغير هو أن المرء لا محالة واجد في تيار الفكر ما بين القرن الرابع عشر والسابع عشر صلة واستمرارية. لا تقطعا أو استقلالية تامة وكأنما الإنجازات بين فترة وأخرى يتميز بعضها عن بعض تميزا تاما وتختلف فيما بينها اختلافا مطلقا من كل الوجوه والظروف. وعلى ذلك فان الفيلسوف والعالم جان بوريدان في القرن الرابع عشر مثلا لم يكن متطابقا في فكره ونظرياته تمام التطابق مع فكر جاليليو ونظرياته ولكن الباحث المدقق يرى أن هناك تشابها أو صلة تربط بين الأثنين. وكل الفرق بينهما هو إحساس جاليليو بأهمية الأجسام الطبيعية أو الموجودات العينية القائمة بالفعل أكثر من إحساس سلفه بها، عدا ميل جاليليو الشديد إلى المنهج التجريبي. ثم إنه لو نظر المرء إلى القرن السابع عشر لوجد أن تيار الفكر الذي كان سائدا فيه قد هز بعنف أسس الفكر التي كانت قائمة في الماضي البعيد وضيق الفجوة التي كانت قائمة بين الفكر النظري والتطبيق العملي. فلقد ذهب وايت الصغير إلى أنه من غير المعقول اليوم أن يقال بأن جاليليو كان مدفوعا في اكتشافاته العلمية بدوافع علمية بحتة وكأنما هذه الدوافع كانت هي العامل الأول والأخير في إنجازاته، ولكن وايت الصغير يؤمن على الرغم من ذلك بأن ذكر جاليليو للترسانة الحربية في فينيسيا ووصفه لها في مقدمة كتابه الهام إنما كان محاولة منه لإطلاع قرائه وإشعارهم بالجانب

الجديد الذي يميز منهجه العلمي عن منهج أسلافه، أي إن العلم لم يعد مجرد بحث نظري وإنما هناك اعتبارات عملية وتطبيقية يجب أن يحسب لها حساب.

أما الجانب الآخر الذي تتمثل من خلاله العلاقة بين التكنولوجيا والعلم فهو المتعلق بالأجهزة العلمية. فلقد ذكر وايت الصغير أنه قليلا ما اكترث العلم في العصر الوسيط بأجواء التجارب أو الاهتمام بالملاحظة المباشرة، لذا لم يكن الحال يوجب على العلماء آنذاك ابتكار أجهزة تعينهم في دراساتهم، أو قل بأنه لم تكن هناك ضرورة ملحة تفرض على العلماء تصميم أجهزة أو آلات يحققون بها فكرة علمية في الذهن أو يتحققون بها من صحة نظرية يقولون بها. ولم يكن هناك استثناء لتلك القاعدة اللهم إلا في ميدان الفلك حيث كانت هناك إنجازات علمية وتكنولوجية هامة جدا. فحوالي سنة 1270 نرى بان الفلكيين لم يكونوا ليرضوا تمام الرضا عن الساعات المائية وصاروا يطالبون بساعة ميكانيكية يديرها ثقل. وما إن مضت بعد ذلك ستون سنة حتى تمكن العلماء بعدها من حل المشكلة وذلك باختراع ميزان الساعة أو جهاز ضبط الحركة الساعة، escapement ثم شاعت بعد ذلك الساعات في حياة الغرب وصار كثير من الناس يقبلون على مهنة صناعة الساعات أو إصلاحها، الأمر الذي مهد الطريق لمزيد من الإنجازات العلمية والتكنولوجية تم تحقيقها في فترات لاحقة.

ويذكر وايت الصغير في معرض حديثه عن الجانب الثاني الذي يشد العلم إلى التكنولوجيا أن هناك شواهد تظهر مسايرة جاليليو لنزعة العصر الذي عاش فيه وهي نزعة تمثلت في استخدام الآلات والأجهزة المبتكرة-أي التكنولوجيا. في ميدان العلم. فلقد ظهر ذلك من خلال إنجازاته التكنولوجية الواسعة نظير الميكروسكوب، وتطويره للبوصلة الهندسية.geometrical compass وابتكاره لجهاز الاتزان الهايدروستاتيك. hydrostatic balance أو الجهاز الخاص بتوازن السوائل وضغطها. بل لعله ليس أدل على اعتماد العالم على ابتكارات الحرفي الماهر-آخذين جاليليو كمثل في هذا الصدد-من أن صنعه المنظار المقرب (التلسكوب)-وهو أشهر أداة تكنولوجية حققها جاليليو-كان لخدمة أغراض عسكرية وملاحية بحرية.

يذكر وايت الصغير بعد ذلك أننا عندما نتحدث عن العلاقة بين العلم

والتكنولوجيا في أيامنا هذه فان الجانب الثالث هو الذي يقفز إلى الأذهان وهو الجانب المتعلق بتطبيق الاكتشافات العلمية لتحقيق أغراض عملية. فمنذ القدم سعى المهندسون الصناعيون الذين يبتكرون الآلات والمهندسون المدنيون الذين يبنون البنايات إلى استخدام عمليات حسابية متماثلة وذلك لأجل الوصول إلى قياسات متطابقة بحسب الطلب. ولكن عدا هذا الميدان، الذي تبدو فيه بالفعل محاولات لاستغلال المبادئ العلمية والنظريات المجردة في ميدان التطبيق والعمل، فان تكنولوجيا العصر الوسيط لا تقوم على أية قاعدة نظرية. نعم-كما يقول وايت الصغير-لقد يأمل أحد الطلبة أو الباحثين الذين يدرسون البصريات في العصر الوسيط بإمكانية تجميع أشعة الشمس في جهاز مبتكر يتسنى بعد ذلك استخدامه في تدمير سفن العدو وسرقها ولكن خيالا كهذا يظل مجرد أمنية ولا يزيد الأمر عن ذلك مطلقا. كذلك قد يحاول أحد أن يجد صلة تربط بين ابتكار العدسات الزجاجية وبين نظريات علمية سبقتها كان يظن مثلا أنه طالما كانت عدسات النظارات قد ابتكرت في توسكانيا .Tuscany في ثمانينات القرن الثالث عشر فان مكتشفها ربما كان على علم بالعدسات التي كان يعتز باقتنائها ويدرسها كل من جروسيتيست وروجر بيكون وذلك قبل عقدين أو ثلاثة، ولكن وايت الصغير يرى أن عدسات النظارات قد ابتكرت لا بموجب نظرية علمية سار المبتكرون على هداها حتى توصلوا إلى ابتكارهم وإنما حدث كل ذلك بفضل جهود تجريبية محضة كان يقوم بها صانعو الزجاج والبلور. فالفكرة الأساسية التي يشدد عليها وايت الصغير إذن هي أنه ليس لدينا ما يؤيد فكرة توحي بان التكنولوجيا ومظاهر الإبداع والابتكارات المستحدثة في العصر الوسيط هي حصيلة خطوات عملية وتطبيقية-بموجب معرفة مسبقة وإدراك أكيد-لمبادئ علمية، أو قل بان الحرفيين والصناع المهرة لم يكونوا يستوحون في إنجازاتهم التكنولوجية آنذاك أية مبادئ علمية يهتدون بموجبها إلى صنع آلة أو أداة تكنولوجية مبتكرة. كانت الإنجازات التكنولوجية-بموجب هذا الفهم-تجريبية خالصة.

راح كاتبنا بعد ذلك يطرح سؤالا هاما آخر: متى ظهر اول اختراع يمكن اعتباره حصيلة تطبيق علمي لنظرية علمية؟ وللإجابة على هذا السؤال يقول وايت الصغير بأن انطباعه الخاص يوحي له بأن معظم قباطنة السفن

في القرن السابع عشر وخاصة من كان منهم نشطا في المناطق التي تقع شمالي خط الاستواء حيث يمكن الاهتداء بالنجم القطبي. Polestar كانوا في أسفارهم وأعمالهم يستخدمون مناهج لم يطأ العلم ساحتها. فعندما أعلن جاليليو عن أن اكتشافه للأقمار التابعة لكوكب المشتري ربما يعين البحارة على تحديد خطوط الطول حدثت آنذاك نشوة عمرت التقنيين، لكن لم تظهر من جراء كل ذلك أية نتائج علمية يستفيد منها البحارة.

وفي محاولة لإظهار أثر النظريات التي قال بها جاليليو على شتى ميادين التطبيق العلمي ذكر وايت الصغير بأن محاورات جاليليو وأفكاره كانت منتشرة بين الناس على نطاق واسع، وان كان من التعذر-كما يقول كاتبنا-تحديد الفترة التي أثرت فيها أفكاره النظرية على المصممين والرجال العاملين في صناعة البناء على الرغم من الاعتقاد بأن ذلك قد تم في مرحلة متأخرة.

أما الظاهرة التكنولوجية الأكثر تعقيدا فهي الخاصة بتاريخ استغلال وتسخير قوة البخار. فلقد عرف الإنسان الضغط الناتج عن البخار منذ القديم. ويذكر وايت الصغير أنه طرح في أيام جاليليو اقتراحان هامان يتعلقان باستغلال البخار في رفع الماء. كان أحدهما مقدما من جيامباتستا ديلا بورتا في سنة 1606، وكان الآخر مقدما من سالومون دي كوس في سنة 16211. أما أفضل منهج يمكن أن يتبع لصناعة آلة بخارية علمية فإنه يتمثل في إضافة ضغط ناتج عن وزن الهواء إلى قوة البخار. ولقد كان جاليليو مهتما كثيرا بهذا الأمر في المراحل الأولى للفترة التي تناولت دراسة الفراغ.

ولقد كان يمكن لرجل في مطلع القرن السابع عشر أن يرى أثر الفراغ قائما في فعل ووظيفة آلتين كانتا قائمتين في ذلك الزمان وهما آلة المثعب Siphon ومضخة الامتصاص. Suction pump. أما الآلة الأولى-وهي المثعب-فإنها ترجع إلى أصول هلينية ولكن انحدارها أو ميلانها يجعل قياس عامود الماء. كذلك يجب ان نذكر هنا-وفي معرض حديثنا عن الفراغ-أن جاليليو قد أظهر في ملاحظة هامشية ذكرها سنة 1612 إمكانية وجود فراغ من الناحية النظرية، ولكن يجب أن نعترف هنا بأن أول رجل أدرك وجود الفراغ والضغط هو الهولندي إسحق بيكمان الذي كان مهتما بصورة خاصة بعمليات مضخات الامتصاص وذلك عندما كان يدرس في جامعة كين في

سنة 1614. وعلى الرغم من أن بيكمان كان قد كتب إلى ميرسن حول الفراغ إلاّ أن أفكاره لم تكن لتحظى آنذاك باهتمام كبير إلى الأمر الذي كتب فيه لجاليليو وتلاميذه أن يبرزوا أهمية كل ذلك فيما بعد. وفي سنة 1630 نرى عالما هاما من مدينة جانوا وهو جيوفاني باتيستا بالياني يكتب رسالة إلى جاليليو يستفسر فيها عن السبب الذي أخفقت بموجبه آلة المثعب. siphon عن العمل وذلك حين وضعت فوق رابية يقدر ارتفاعها بحوالي سبعين قدما، فكان رد جاليليو هو أن الأمر له علاقة بقوة جذب خاصة لظاهرة الفراغ. وعلى الرغم من أن إجابة جاليليو لم تكن مقنعة تماما إلا أن تفسيره هذا هو الذي اخذ به هو نفسه حين عالج مضخة الامتصاص في كتابه الذي ضم «محاوراته» سنة 1638. ولم يكن جاليليو يعلم تماما ظاهرة الضغط الجوي ولكن التجربة العامة التي أجراها صديقه وتلميذه تورشيللي سنة 1643 كانت قد أكدت على نحو قاطع وجود الضغط الجوي. ومن هنا خلص وايت الصغير إلى إن تلك التجربة كانت بمثابة حصيلة لتيار فكري علمي هام أوجده جاليليو في إيطاليا وعاضده فيه مناصرون وأعوان.

ثم توالت بعد تورشيللي سلسلة من الأعلام الكبار أمثال باسكال وفون جيريك وبابن وهوك وبويل وهي سلسلة تتوجت بتوماس سافيري في سنة 1698 وذلك حين صمم هذا آلة بخارية أخرى للضغط. غير أنه مما يؤسف له حقا أن صناعة المعادن آنذاك لم تكن قد بلغت من الدقة والإتقان والصلابة ما يجعلها تتحمل درجات الضغط العالية وهي درجات كان يشترطها التصميم الذي ابتكره سافيري لرفع الماء من المناجم. لذا ظل التصميم العظيم قاصرا لكونه غير قابل للتطبيق والاستفادة منه على الصعيد العملي.

يواصل بعد ذلك وايت الصغير استعراضه للعلاقة بين العلم والتكنولوجيا وسرد تاريخهما فيقول بأن أول آلة ضغط جوية بخارية atomospheric steam engine هي تلك التي اخترعها توماس نيكومن وهو مهندس من ديفنشاير يعمل بصناعة الحديد والصلب. وكان أن ابتكر هذه الآلة بعد جهد استمر قرابة عقد كامل منذ سنة 1712-1752. ويرى وايت الصغير إن عقولنا اليوم لا تستطيع أن تتصور أن محاولة كهذه يمكن أن تتحقق عن طريق منهج تجريبي محض pure empiricism. فلقد ظهرت منذ سنة 1797 بعض التصورات في عدة أبحاث تقدم بها بعض المفكرين إلى الجمعية الملكية Royal Society

يعتقدون بموجبها أن هوك كان على صلة بنيكومن وأن الأول قد أخبر الثاني عن التجارب التي قام بها بابن. ولقد ظلت تلك التصورات قائمة حتى سنة 1961 تقريبا حيث ظهرت مقالة حول «التكنولوجيا والثقافة» وهي التي أظهرت لنا نيوكومن بوصفه رجل علم كان على اتصال مع روبرت هوك. لذا ذكر كاتب المقالة تلك افتراضا مفاده أن نيكومن ربما كان بالفعل قد استعين به في إقامة الآلات التي صممها سافيري. ومع ذلك فان بحوثا جادة ظهرت منذ مدة طويلة لم تسفر عن أدنى دليل يدس ما كان يؤكده بعض الدارسين حول قيام تلك الصلة أو حول وجود مراسلات بين الاثنين. ربما كان الأمر عكس ذلك تماما إذ إن دراسة هامة أجريت حديثا حول نيكومن وإنجازاته قد أثبتت أن معاصريه كانوا في غاية الدهشة والاستغراب- تماما على نحو ما نشعر به نحن اليوم-من أن حرفيا ماهرا لم تكن له صلة أو علم بسافيري أو بالأبحاث التي قام بها حول الآلة التي صنعها قد تمكن من حل المعضلة التي دارت حول إمكانية استغلال قوة البخار.

ومع ذلك فان توماس نيكومن كأن بالفعل رجلا حصيفا وعالما تجريبيا من الدرجة الأولى إلى حد يثير الدهشة والتقدير معا. فما قولك مثلا في اختراعه لصمام التنفيس.snifting value وهو اختراع هام جدا بالنسبة للآلة واستمرارها في عملها، لأنه اختراع يطرد الهواء المذاب في البخار إلى الخارج. فليس من المعقول أن يكون اختراعه ذاك قائما على العلم وذلك لأن العلماء في عصره لم يكونوا يتصورون إن الهواء يمكن أن يذوب في الماء. الأكثر من ذلك هو أن الجهاز الذي إبتكره نيكومن لتشغيل صمام ضخ الماء.- water injection valve بواسطة الذراع المتحرك في الآلة يعادل في أهميته وجدته أهمية ميزان الساعة.escapment وهو يعد خطوة هامة في تاريخ الآلات ذاتية الحركة. auromation. من هنا خلص وايت الصغير إلى أن استغلال قوة البخار وتسخيرها إنما كان عملا تكنولوجيا خالصا ولم يكن متأثرا بنظريات جاليليو أو بالعلم الذي ساد عصره.

يستطرد كاتبنا بعد ذلك فيستعرض إبتكارا تكنولوجيا جديدا وهو البندول. نراه يقول بأن الباحثين قد تخلوا عن الرأي القائل بأن جاليليو قد أكتشف ثبات الدورة الزمنية للبندول. isochromism وذلك من خلال مشاهدته لتأرجح الثريا في بيزا، إذ الحقيقة هي أنه إكتشفها اكتشافا. فلقد فات

مؤرخي العلم أنه كان من الصعب ملاحظة هذه الظاهرة قبيل القرن السادس عشر وإن كان استخدام هذه الظاهرة في تركيب اللعب معروفا منذ القديم. ومنذ القرن الثاني عشر-عندما إستخدم دولاب تنظيم السرعة. flyawhell كوسيلة لجعل الحركة الدائرية المستمرة في الآلات المعقدة سلسة-نرى حماس المهندسين لأجل تحويل الحركة الترددية. reciprocating motion أي الحركة إلى الأمام والى الخلف على خط مستقيم إلى حركة دائرية، أقول إن حماسهم كان طاغيا إلى درجة أن البندول-وهو المبدأ الرئيسي المتحكم بالحركة من النمط الأول-قد طرح جانبا. وإستمر الأمر كذلك حتى تسعينات القرن الخامس عشر1495 وذلك عندما رسم ليوناردو رسمتين أوليتين للبندول، كان أحدها ظاهرا في مضخة تعمل بموجمب حركة من الطراز الأول-أي إلى الأمام والى الخلف على خط مستقيم-وكان الثاني ظاهرا في رسمة أخرى يبدو فيها إنه جهاز لضبط حركة الساعة. ظل الأمر كذلك إلى أن ظهر كتاب جاك بيسو «مسرح الآلات والماكينات» وهو الكتاب الذي طبع في ليونز سنة 1569 حيث يسر للناس تصور عمل البندول ووظيفته في آلات تستخدم في نشر الأخشاب أو غيرها وفي المنفاخ والمضخات pumps وآلات التلميع. ثم ا جاء جاليليو بعد ذلك واكتشف ثبات تردده. isochronism في ثمانينات القرن السادس عشر.

غير أن جاليليو لم يفكر في استعمال البندول في عملية آلية لضبط الوقت إلا بعد أن بلغ من الكبر عتيا وصار كفيفا في الشهور الأخيرة من حياته، وإن كان قد قام في سنة 1637 بتجربة عمل من خلالها على توصيل بندول بسلسلة من العجلات وذلك من أجل قياس تأرجحه. ولقد أسر جاليليو إلى ابنه فينسينسيو سنة 1641 عن سر ساعة بندولية، وكان إبنه نفسه قد ترك لنا مسودة تصميم أو رسمة أولية لهذا الجهاز العظيم كأكبر دليل على العبقرية الخارقة لرجل كان على شفا حفرة من القبر، ولم يقدم فينسينسيو نفسه على بناء الآلة ذاتها-أي التي أخبره بها أبوه جاليليو-إلا في سنة 1649، ولكنه مات قبل أن يكمل بناءها. ولقد كانت تلك الآلة ضمن الأغراض التي ورثتها زوجته عنه وخلفتها وراءها بعد موتها سنة 1669 ومع ذلك فإن ذلك الإنجاز العظيم لم تطوه صفحة النسيان، ففي سنة 1656 نرى ليوبولدو ميدتشي يبحث ذلك التصميم المبدئي ويأمر صانع الساعات في

بلاطه جوهان فيليب تيفلر أن يكمل واحدة على نحو ذلك الطراز. ولكننا نرى في سنة 1657 أن كريشيان هايجينز-بمساعدة صانع الساعات الماهر سلمون كوستر-لم ينجز ساعة بندولية فحسب بل سجل براءة الاختراع لهذه الآلة الشهيرة من غير أن تتكون له أية صلة بجاليليو وأبحاثه.

12 الصناعات الحرفية والعلم

يرى بعض المؤرخين للعلم أن ليوناردو دافنشي كان فنانا عظيما وعالما فذا، ولقد بلغ من تقدير بعضهم لإسهاماته العلمية أن رفعوه إلى مرتبة هامة في تاريخ العلم الحديث. فها هو جون هيرمان راندل وهو من أشهر من تناولوا نشأة العلم الحديث وتطوره بالبحث-يعمد إلى إظهار مكانة دافينشي الهامة في مسيرة العلم.

يرى راندل أن أهمية أبحاث ليوناردو العلمية لا تقل أهمية عن أبحاثه وفنونه في ميادين أخرى من النشاط. فلقد كانت له نظرة نافذة حول بعض جوانب الطبيعة، ولم يكن نفاذ بصيرته في أمور الطبيعة كلها لتقل عن نفاذ بصيرته في أمور الإنسان نفسه. ولما كان ليوناردو فنانا بارعا ورساما فذا فقد أظهر موهبة عظيمة في تسجيل «وتشريح» جوانب هذين القطبين الهامين-أي الإنسان والطبيعة-في رسومات بالغة الدقة والأهمية إلى الحد الذي استحوذت فيه على إعجاب دورر. Durer وفاسيلياس. Vesalius وغيرهما.

غير أن الذي يعتقده راندل هو أن البحث في جملة الظروف والمعطيات التي أبرزت العلم الحديث إلى الوجود لم تتقدم تقدما كبيرا بدليل أننا قلما

نقع على ذكر ليوناردو دافينشي في الكتابات التي تتناول تاريخ العلوم. فهو يذكر أن ليوناردو كان يتمتع بقدرة فنية عالية وكانت نظرته الفاحصة للأشياء متميزة ومواهبه وابتكاراته متعددة ولكن الباحثين في تاريخ العلم لم يلحظوا كل ذلك أو ربما تجاوزوا مكانة الرجل في هذا الميدان وانشغلوا باهتمامات أخرى.

ولعلنا نلحظ أن راندل يشير هنا إلى جملة الأفكار الجديدة التي طرأت في علم الفلك والنظريات الفيزيائية المبتكرة التي ظهرت في القرن السابع عشر وهي التي عملت على إحداث ثورة فكرية جارفة.

ففي تاريخ العلوم الوصفية descriptive وعلى رأسها علم التشريح anatomy يحسن أن ننصف دافينشي ونضعه-كما يقول راندل-في مرتبة ملائمة تليق بإسهاماته. نعم لقد يسأل سائل فيقول إن تطور علم التشريح مثلا لم يكن ليتوقف أو تتأخر مسيرته لو أن دافينشي نفسه لم يكن حيا أو ربما لم تكن له إسهامات في هذا الميدان. والحق أن راندل نفسه يعترف بصعوبة السؤال وتعقد الظروف حول مثل هذه الاعتراضات ولكنه سعى من جانبه على الأقل إلى تحليل بعض الجوانب حول إسهامات دافينشي وابتكاراته. فهو يرى أولا أن دافينشي لم يكن عالما في ضوء فهم دافينشي نفسه ومعاصروه لمعنى العلم آنذاك. لقد كان الرجل فنانا في المقام الأول، وكان فنه ظاهرا في الرسم أو الهندسة الصناعية، وشق القنوات، وكان مهندسا معماريا ومبتكرا وغير ذلك كثير. بعبارة أخرى نقول إن دافينشي كان مهتما على الدوام بكافة القضايا العلمية وكان اهتمامه وشغفه بها يزداد على مر الزمن. ولقد أدى به ولعه بقضايا العلم على هذا النحو إلى الإنشغال عن بعض أعماله الهامة فكان أن خلف وراءه تحفا لم تكتمل بعد.

كانت هذه ملاحظة أولى أما الملاحظة الثانية التي يبديها راندل حول دافينشي وإسهاماته فهي أنه ليس هناك في رائعة الفنان نفسه والتي يطلق عليها «مجموعة القوانين». Codici علما جديدا، بل كان الكتاب يعكس، في الحقيقة أفكارا علمية كانت شائعة في عصره. فحال الرجل هنا ليس حال عالم يبتكر جديدا بل مرآة-إن صح هذا التعبير-تعكس ما كان قائما بالفعل وما تواتر على ألسنة العلماء في عصره أو دار في أذهانهم. وما مرد الدهشة العظيمة التي حيرت الباحثين حين طبع كتاب دافينشي لأول مرة

سنة 1881 إلا جهلهم بما كان عليه العلم في العصر الذي عاشه ذلك العالم الفنان.

أما الملاحظة الثالثة والأخيرة هنا فهي أنه حتى لو كان دافينشي يملك بالفعل أفكارا علمية مبتكرة ونظريات أصيلة فانه-كما يقول راندل-يظل مع ذلك بعيدا عن احتلال مرتبة هامة جدا في تاريخ العلم وتطوره وذلك باعتبار أن كتبه التي تتضمن أفكارا علمية لم تظهر إلا مؤخرا ولم يكن أحد يعلم بها إبان الثورة العلمية.

راح راندل بعد ذلك يعمل على تحليل النقاط الثلاث التي طرحها آنفا ويعلق عليها لعله بعد ذلك يخلص إلى إبراز عبقرية دافنشي وأهم جوانب إسهاماته العلمية بالنسبة لتيار الفكر العلمي في ذلك العصر. فحول الافتراض الأول الذي يقول بان دافنشي لم يكن عالما بكل ما تحمله الكلمة من معنى يرى راندل أن «العلم» ليس مجموعة من الأقوال المأثورة أو الحكم أو القوانين pensieri التي استخلصها وجعلها رختر Richter وسولمي Solmi وجماعة آخرون من كتاب «مجموعة القوانين».Codici لدافينشي، وليس العلم فوق ذلك عبارات منمقة تقرأ في كتاب ويكون لها مثل فعل السحر في قلوب الناس ومشاعرهم، بل «العلم» قرين فكر منظم ومنهج مرتب ودقيق. ولقد فهم ليوناردو العلم نفسه على أنه حوار ذهني يرتكز على مبادئ أولية يمكن تعليل ما عداها بها ولكنها-أي تلك المبادئ نفسها-لا يمكن تعليلها بما عداها. فهي أول الطريق وبداية التحليل في الفكر المنظم تماما مثلما النقطة باعتبارها أول خطوة في الهندسة.

فالعلم إذا-وكما يرى راندل-ليس مجرد الميل إلى إجراء التجارب كما ذهب دافينشي في رده على بعض منتقديه الذين لاموه على إفراطه في تجريبيته. لقد كان دافنشي ينعى عليهم أنهم يشيدون في كتاباتهم بأسماء المؤلفين ويعددون إنجازات الباحثين ويستشهدون بكتبهم في الوقت الذي يجب عليهم-كما كان يرى-أن يذكروا التجارب ذاتها في كتاباتهم لأنها أولى بالذكر من أي شيء آخر. فذكر تجربة مثلا أولى من ذكر كاتب شهير، والاستشهاد بنتائج التجربة أهم من الاستشهاد بالكتب وما ورد فيها. ثم يستطرد راندل فيقول بأن «العلم» لا يتحقق من مجرد رفض أقوال السابقين وطرح أفكارهم جانبا على نحو ما كان يؤكد دافينشي الذي لم ير في ذلك

أي ابتكار أو عبقرية بقدر ما رأى في ذلك تقليدا. ولقد كان دافنشي متأثرا في كل ذلك بكتابات بعض المفكرين الذين ظهروا في أواخر العصر الوسيط في القرنين الرابع عشر والخامس عشر وهم جماعة من المفكرين الذين أولوا العمل الذهني أهمية خاصة ورفعوا من مكانته فوق مكانة التقليد والحفظ عن الأولين.

ولكن مجرد التأثر بكتابات تلك الجماعة-طارحين جانبا أن هذه في حد ذاتها حجة يمكن أن تساق ضد دافينشي نفسه-لا تجعل منه عالما ولا تشكل كتاباته-في إطار هذا المنهج-علما بالضرورة. ومن هنا كان رأي راندل بأن احتجاجات دافينشي ورفضه لفكر السلف ونظرياتهم كانت عظيمة ولكنها في حد ذاتها لا تشكل علما، ولا يمكن تأسيس «علم» من خلال ملاحظات متناقضة مهما بلغت دقة وصفها وذكر تفاصيلها. فالعلم-فوق كل الاعتبارات السالفة-ليس ضربا من الحدس ينتاب فردا عبقريا بين حين وآخر إبان خلوة إلى نفسه، على الرغم من أن الحدس يشكل أحيانا عاملا هاما وخطوة واحدة نحو تأسيس نظرية علمية صحيحة. العلم فوق كل شيء جهد مشترك وحصيلة أبحاث عديدة لجماعة تسعى إلى تحقيق هدف محدد على نحو الجهود المشتركة التي طبعت نشاطات المدارس الإيطالية في العصر الذي عاش فيه بيترو دابانو. pietro d'Abeno حوالي مطلع القرن الرابع عشر، بل لعل العلم يأتي على غرار الجهود المشتركة التي استمرت حتى العصر الذي ظهر فيه جاليليو. ذهب راندل بعد ذلك إلى القول بأنه ربما كانت أعمال دافينشي وأفكاره تشكل في حقيقة الأمر عائقا في طريق العلم أكثر منها حافزا له. فلقد أخذ راندل بفكرة قال بها لودفك ادلستاين.Ludwing حول تعثر العلم وتذبذبه بعد ازدهاره في الزمن القديم. كان رأي راندل-معاضدا ادلستاين-هو أن ازدهار العلم القديم قد تم بفضل الجهود المشتركة التي تميز بها وانقطاع ذلك في عصر لاحق. فظاهرة تذبذب العلم وعدم وضوح خاصية «التراكم» التي تميزه ترجع بالأساس إلى أن صفة الجهد المشترك صارت معدومة وحلت محلها خاصية الجهود الفرضية والأعمال والأبحاث المتناثرة. كان ذلك بالضبط ما يميز أبحاث دافينشي كما يعتقد راندل، فلقد كان الرجل يهتم بقضية أو مسألة ما من غير أن يظهر ميلا إلى تأسيس بناء منظم لمعرفة دقيقة. ولعل موهبته

الفنية التي ترتكز على التفاصيل والمفردات وكل ما هو عيني حقيقي-وهي موهبة تتجلى من خلال دقة ملاحظاته-هي التي دفعت به إلى تحليلات ودراسات تفصيلية لجوانب فرعية. وغني عن الذكر أن الإسهاب في تحليل جانب ما أو تفصيل الحديث في ناحية فرعية لا يعني الإجابة عن المشكلة التي سعينا إلى دراستها ابتداء. فالمشكلة أو الظاهرة العلمية كل معقد ولا يتم تفسير الكل من خلال جزء أو بضعة أجزاء منه. صحيح أنه كثيرا ما نتناول الأجزاء المفردة بالدراسة والتحليل لأجل أن نصل إلى نظرية عامة ولا ضير في ذلك كله متى كان سعينا يؤدي بنا في نهاية المطاف إلى تحقيق ما كنا سعينا إليه منذ البداية، ولكن لم يكن ذلك حال دافينشي على وجه الخصوص كما يقول راندل. نعم إننا نلحظ تدرج الفكر عنده من الجزئيات والخصوصيات إلى الكليات والعموميات ولكنه لم يبلغ مراده قط أو على الأقل لم يكن سيره في ذلك الطريق ليوصله إلى نتائج يمكننا اعتبارها علما بالمعنى الذي يرتضيه راندل.

ولكن إذا لم تكن لدافينشي مكانة أو إسهام في ظهور العلم الحديث باعتبار أنه لم يؤسس نظريات علمية هامة كتلك التي جاء بها جاليليو فإن الإنصاف يقتضي على الأقل أن نفرد له مكانة هامة في ظهور معرفتنا لتاريخ العلم الحديث. فبعد أن طبع كتابه «مجموعة القوانين». Codici في سنة 1881 بدأ المؤرخون يقتصون أثر العوامل والإرهاصات التي كانت سائدة في بداية القرن السادس عشر وما كان من قبل سائدا في عصر دافينشي نفسه، وهي العوامل التي أدت بجاليليو في نهاية المطاف إلى بلورة نظرياته الفيزيائية. وحيث إن الباحثين وقفوا في اقتفائهم مسيرة العلم الحديث عند دافنشي فإنه اعتبر من أكبر المساهمين في تطور المنهج والنظريات العلمية. فلا عجب أن رأى فيه بعض المؤرخين للعلم أنه كان «عبقريا» لكونه استطاع أن يأتي بأفكار عجيبة وآراء مبتكرة توالت عليها محاولات التعديل والتصحيح حتى كتب لها أن تكتمل على يد جاليليو في عصر لاحق.

لكنه ظهر من بين المؤرخين من بحث في العلم في العصر الذي سبق مجيء جاليليو. كان ذلك هو بيير دويم. pierre Duhem الذي اتخذ من دافينشي نقطة بداية لبحوث مستفيضة. فلقد أظهر دويم كيف أنه تراجع بعد دراسات وعمليات استقصاء دقيقة عن فرضية كان يأخذ بها حول ظهور عبقرية

متفردة فذة وأدرك في المقابل أهمية التيارات الفكرية المنظمة التي ظهرت في القرن الرابع عشر وهي التي تمثلت على وجه الخصوص باتباع وليم أوكام. William Ockham في باريس وأصحاب المنطق من جماعة اكسفورد. أما الفكرة الهامه التي خلص إليها دويم من أبحاثه فهي أن كل رأي هام طرحه دافينشي لا بد وأن يكون مصدره الباحثين في علم الهندسة في العصر الوسيط.

يستطرد راندل بعد ذلك فيقول بان وجهة نظر دويم نفسها كانت هدفا للنقد والشك، فلقد كان دويم فرنسيا وكان معجبا إلى حد كبير بتيار المدرسة الفرنسية في باريس، وكان إلى جانب ذلك كاثوليكيا يميل إلى تعضيد المذهب الارثودوكسي وهو المذهب الذي أخذ به الأعلام الباريسيون الكبار أمثال بوريدان. Buridan. ولكن جاء بعد ذلك ايرنست مودي Ernest Mody الذي اظهر بدوره أن الأفكار التي قال بها الأعلام الذين كان دويم معجبا بهم ويظن أنهم ابتدعوها، إنما ترجع في أصولها إلى عصر سابق على عصر أولئك. فقانون التجانس أرجعه في سرعة الحركة المطردة. Law of uniformly accelerated motion الذي أرجعه دويم إلى نيقولا الأورزمي. Nicholas of Oresme إنما أسسه هايتسبري Heytesbury أحد الطلبة في كلية ميرتون التابعة لأكسفورد وكان ذلك حوالي سنة1335.

ولما كان راندل نفسه قد قرأ لبعض الكتاب الإيطاليين المناوئين للسلطة الكنسية والذين كتبوا في الفلسفة الطبيعية إبان القرن الخامس عشر، فإنه خلص إلى أن كتابات دويم لم تكن منصفة للمفكرين الإيطاليين نظرا لميول دويم الكاثوليكية المتطرفة. كذلك خلص راندل بعد اطلاعاته واستقصاءاته إلى انه ما من فكرة طرحها دافينشي وتوهم بعض المفكرين أنه مبتكر لها إلا وكانت معروفة لدى الجامعات الإيطالية في القرن الخامس عشر نظير جامعات بادوا، و بولونيا، وبافيا. كذلك كشف مارشال كلاجيت Marshall Clarett وهو المؤرخ البارز في العلوم إبان العصر الوسيط-أن المناطقة من جامعة اكسفورد كانوا معروفين في جامعتي بادوا وبولونيا بعيد سنة 1350 بقليل.وما أن دخلت الطباعة ميدان الحياة الفكرية في إيطاليا حتى انتشرت كتابات المناطقة أولئك وظهرت إلى جانب ذلك أعمال المفكرين الكبار أتباع وليام اوكام. أما الأمر الهام هنا فهو أن تلك الكتب التي شاعت

آنذاك هي ذاتها التي قرأها دافينشي واطلع عليها كذلك كل الذين كان يعتقد بأنهم تأثروا به، فحاصل القول هنا إذا هو أن الأفكار التي طرحها دافينشي واعتقد بعض المؤرخين إنها كانت من ابتكاره هي في الحقيقة شائعة من قبل. هذه ناحية أما من ناحية أخرى فإن دافينشي لم يؤثر في معاصريه من المفكرين بقدر ما كان هو ومعاصروه متأثرين في التيارات الفكرية التي شاعت في زمانهم وفي زمان سابق على زمانهم بقليل. الأكثر من ذلك-كما ذهب راندل-هو أن جماعة من الباحثين جاؤوا بعد شيوع أفكار دويم قد بينوا أن هنالك فرقا كبيرا بين ظهور نظرية الحركة التي أبرزها كتاب «مجموعة القوانين» لدافنشي وبين علم الديناميكا الذي تمكن جاليليو من ترسيخه سنة 1632. نعم لقد تكون هناك صلة بين فكرة أو نظرية طرحها دافينشي-ونعلم الآن انه لم يكن هو مبتكرها-وبين علم راسخ يتم تأسيسه بعد قرنين من الزمان مثلا ولكن يجب ألا يغيب عن بالنا أن جملة التحليلات التي طرأت على الفكرة أو النظرية في بداية أمرها وعبر مسيرتها الطويلة قد باعدت بين الفكرة في سابق أمرها ولاحقه حتى ليصعب تصور علاقة بينهما.

خلص راندل الآن إلى أن ليوناردو لم يكن عبقريا أو عالما بمعنى أنه أتى بنظرية علمية أو أنه ابتكر شيئا لم يكن قائما قبل عصره، والسؤال الذي يطرح الآن هو: أين تكمن عبقرية دافيشي الحقيقية في ميدان العلم وتاريخه ؟ يجيب راندل على ذلك بقوله إن التيارات الفكرية التي ظل انتشارها محدودا إبان العصور الوسطى قد اكتسبت دفعة جديدة وزخما عظيما خلال عصر النهضة، فكان أن شاعت أفكار جديدة بين الناس مما حدا بهم إلى التفكير في أمور كثيرة وحثت المفكرين والعلماء والمبدعين على جلب الجديد. أما كيف حدث ذلك التفسخ في الحواجز التي كانت تمنع التقاء ميدان علمي بميدان آخر أو تحجب تيارا فكريا عن الانتشار بين الناس فان ذلك يحتاج إلى استقصاء لكافة العوامل التي كانت سائدة آنذاك. إذ لا سبيل إلى تفسير ما حدث إلا عن طريق رصد شامل لكافة القوى والضغوط الإجتماعية ومعرفة طبيعتها. ولكن أيا كانت الأسباب التي خلقت ذلك التحول الفكري وتبدل حاله فإن دافينشي كان بمثابة العدسة المجمعة التي عملت على استقطاب تيارات فكرية عديدة كانت متأججة آنذاك. وكان من

فرط تأثره بما يدور حوله أن جاءت أفكاره وكتاباته صورة-على أوضح ما تكون عليه صورة-لجملة المذاهب والنشاطات الفكرية التي برز العلم الحديث من بين ثناياها .

الباب الرابع
ديناميــة التطور العلمي

13 إستمرارية التطور العلمي

دأبت بعض الكتابات والبحوث المتقدمة على إبراز ما يرى بعض الدارسين أنه صفة هامة للعلم وهي صفة الاستمرارية والدينامية والتراكم، أي أن مسيرة العلم تظل تطرد وتتسع كما وكيفا على مر الزمان. ولعل الدارس واجد تلك السمة فيما كان عليه العلم الأرسطي وما واجهه بعد ذلك من اعتراضات أدت بنا إلى تبني علم جديد. وان يكن راندل قد ألمح في مقالته السابقة إلى الصلة الوثيقة التي تشد التطورات العلمية بعضها إلى بعض فإن الأفكار التي نادى بها كرونبي تجعل من تلك الصلة محورا لها.

ولأن كرونبي يؤكد على الصلة التي تشد التطورات العلمية بعضها إلى بعض نراه يشيد بادئ ذي بدء بكتابات دويم ومن أتى بعده حول طبيعة العلم في العصر الوسيط. فلقد أظهرت تلك الكتابات أن الثورة العلمية لم تستحدث من العدم وإنما كانت لها جذورها التي ضربت عميقا في العلم إبان العصر الوسيط. أو قل بأن الصلة كانت قائمة بين العلم الأرسطي من جهة وما واجهه من تحديات واعتراضات يسرت لنا ظهور نظريات علمية حديثة من جهة أخرى. ما فعله دويم ومن

تبعه من الدارسين، بمعنى آخر، هو أنهم وضعوا بين أيدينا مجموعة من الشواهد التي تيسر للباحث استقصاء مسيرة التطورات العلمية منذ نهاية العصور الكلاسيكية إلى القرن السابع عشر. ولكن على الرغم من إقرار الأطراف المتنازعة حول صلة التطورات العلمية بعضها إلى بعض بأهمية المعطيات والشواهد التي جاء بها دويم وتابعوه إلا أن العلاقة بين العلم في القرن السابع عشر وبين العلم في العصر الوسيط تظل مسألة غامضة بعض الشيء ويدور حولها جدل ونزاع حادان ومبعث النزاع حول صلة العلم في القرن السابع عشر بالعلم الوسيط-كما يرى كرونبي-هو عدم تحديد أسئلة واستفسارات تتعلق بصلب المشكلة ومن غير أن تؤدي بنا إلى تفريعات وأبحاث جانبية. فيمكن على سبيل المثال وكما رأى كرونبي طرح سؤال كالتالي: أي الأفكار أو النظريات يمكن أن تدخل في نطاق العلم في القرن السابع عشر؟ وأي المناهج يمكن اعتبارها علمية آنذاك ؟ كذلك يمكن التساؤل حول نطاق العلم في العصر الوسيط وأهدافه ومناهجه، وما أوجه الشبه والإختلاف بينها وبين نظيراتها في العلم إبان القرن السابع عشر، ناهيك عن الصلة التاريخية التي تربط بينهما. وقبل أن يشرع كرونبي في معالجته لبعض هذه التساؤلات، نراه يؤكد أولا على أن العلم الطبيعي. natural science هو مظهر للتفكير العلمي الرفيع والبحث المنظم الذي استغرق زمنا طويلا، وتناوبته تطورات عديدة. أو قل بأن العلم الطبيعي كما يراه كرونبي هو علم عريق، له أصوله وتطوراته على خلاف ما يدعيه بعض الباحثين من أن العلم أساسه تنظيم إحساسات عامة يحس بها الناس جميعا. فالعلم ليس حصيلة ترتيب لأفكار متعارف عليها، كما رأى كرونبي، كلا ولا هو نتاج صناعات حرفية أو تكنولوجية فحسب. العلم بموجب هذا الفهم لا يكون علما إلا متى كان أصيلا، ولا يكون العلم أصيلا إلا متى كان عريقا متطورا على مر الزمان كحال العلم الحديث في الغرب وانحداره وتطوره عن الإغريق قديما على حد رأيه. نعم كانت الإنجازات التكنولوجية عند البابليين عظيمة، وكذلك كانت نظيراتها عند الأشوريين والمصريين القدامى والصينيين والهنود ولكنها كانت جميعا تفتقر إلى عنصر هام جدا في العلم وهو ما يتعلق بعمومية التفسير العلمي وكذلك كان النقص فيها ظاهرا من حيث خلوها من البرهان الرياضي. ومن هنا ذهب كرونبي إلى

أن العلم الطبيعي الحق-كما يفهمه هو-كان نتاجا للعبقرية اليونانية وكان ذلك قد تم عندهم عندما أدخلوا فكرة اطراد الظواهر الطبيعية إلى أبحاثهم وأكدوا أن نظام الطبيعة نظام أزلي متسق تحكمه قوانين ثابتة يمكن بموجبها تفسير الحوادث الجزئية. كانت نظرياتهم العلمية مقامة على أدلة تجريبية علمية ومرتكزة على مبدأ عدم التناقض. من هنا خلص كرونبي إلى أن هذه الجوانب الهامة التي أدخلها الإغريق إلى ميدان العلم والنظريات العلمية هي التي تعكس طبيعة المنهج العلمي وفلسفته في الغرب و تحدد الجوانب التي يعالجها.

أما تلك الجوانب فهي ثلاثة على العموم:

أ- فهناك أولا الجوانب التي تتعلق بالنظام العام للطبيعة وكيفية تفسير الأحداث الجزئية فيه. فعلى سبيل المثال تبحث هذه الجوانب فيما إذا كانت الموجودات الطبيعية تحكمها غائية ويمكن فهمها كيفيا qualitatively أو أن كل الظواهر الطبيعية يمكن اختزالها وإرجاعها إلى تغيرات كمية quantitative في المادة والحركة. فمفهومنا للطبيعة على هذا النحو هو الذي يحدد فهمنا للموجودات التي فيها، وهو الذي يبين لنا طبيعة النظرية التي نطلقها والفروض التي نحاول إثباتها. أو قل بأن فهمنا للطبيعة وقوانينها على أنها غائية teleological أو ميكانيكية.mechanical في عملياتها هو الذي يحدد الأسئلة التي نطرحها في معالجتنا لظواهرها أو موجوداتها، وهو الذي يعزز الفروض التي نضعها ونبحث من أجل التحقق منها وهكذا.. .

ب- وهناك ثانيا الجوانب التي تهتم بدراسة العلاقة بين النظريات من جهة والمعطيات أو الشواهد التي تنطوي تحتها من جهة أخرى. فدونك على سبيل المثال القواعد الاستقرائية. inductive أو خطوات البحث التجريبية التي يمكن بموجبها جمع المعطيات والشواهد ومن ثم تنظيمها وترتيبها ومحاولة إظهار العلاقة السببية التي يمكن أن تقوم بينها. ثم خذ فكرة السببية كمثل آخر، وكذلك قل في مرحلة فرض الفروض والوصول إلى النتائج، ناهيك عن الإطار الذي يمكن بموجبه قبول النظرية أو رفضها وهكذا.. ..

ج- وهناك ثالثا الجوانب التي تتصل بالوسائل والأجهزة والخطوات العلمية سواء ما كان تجريبيا منها أو رياضيا. خذ في ضوء ما تقدم ما كان

عليه حال العلم في القرن الثالث عشر كمثل على ذلك وما أسهم به كل من روبرت جروسيتيست وروجر بيكون من جديد في تياره. فالباحث يرى أن في كتاباتهما محاولة منظمة لتحديد ما يجب أن يكون عليه العلم الطبيعي إزاء الرياضيات أو الميتافيزيقا أو بقية العلوم والدراسات الأخرى. فلقد دأب هذان المفكران ومن تبعهما على إظهار سمة جديدة في العلم تتمثل في أن يكون العلم تجريبيا من جهة ورياضيا من جهة أخرى. أو قل بأنهما عملا على المزج بين ما انحدر إليهما عن الإغريق من إصرار على أهمية الجانب الهندسي الدقيق في التفسير العلمي كما تمثل ذلك عند أفلاطون وبين الجانب التجريبي كما تمثل ذلك عند أرسطو. وهذا هو بالضبط ما يفصل هذين المفكرين عن أسلافهما من فلاسفة العصر الوسيط. كان الفلاسفة آنذاك يبحثون إذن عن نموذج أو منهج علمي قابل للتطبيق على الظواهر الطبيعية ويكون منفصلا عن المنهج الرياضي.

ثم أتى كرونبي بعد ذلك على طرح بعض التفاصيل. فلقد أدرك جروسيتيست أن اكتشاف وتحديد أسباب حدوث الظاهرة والأحداث الطبيعية هو مهمة شاقة وعملية دقيقة إلى حد بعيد. فكان أن سار على هدى من تعاليم أرسطو بشأن تطوير خطوات منطقية .Logical procedures تتمثل في عملية تحليل resolutoon وتأليف. composition. فكان يلجأ إذا ما أزمع معالجة ظاهرة معقدة إلى منهج التحليل والتأليف هذا بقصد تفتيت الظاهرة إلى مكوناتها ولأجل أن يكتشف «الطبيعة المشتركة» أو القاسم المشترك الذي يجمع بين جملة من الأحداث. كان جروسيتيست يدرك أن سبب وقوع حادثة ما هو أمر يمكن تصوره على نحو دقيق ويمكن القطع بأن السبب سابق على حدوث الحادثة بالفعل. هذا على صعيد التصور فحسب، ولكن على صعيد الواقع نرى أن السبب يظل غامضا وغالبا ما يكون بمنأى عن خبرتنا المباشرة فتكون نتيجة تحليلنا في نهاية المطاف هي أننا صرنا إزاء عدة أسباب يحتمل أن تكون علة لحدوث الحادثة. إزاء هذه الحيرة نرى جروسيتيست يعمد إلى مقارنة العلم الطبيعي بالرياضيات من حيث إن المقدمة والنتيجة (السبب والحصيلة) يكونان متبادلين eciprocal. ففي العلم الطبيعي غالبا ما نفشل في رد العديد من الأسباب التي يمكن تصورها على أنها علة حادثة ما إلى سبب واحد واحد بعينه. من هنا طرح

جروسيتيست منهجا مبتكرا في التحقيق وإظهار الزيف. verification and falsification بقصد استبعاد كل الأسباب التي لا تكون لها صلة بوقوع حادثة ما والإبقاء على الأسباب الفعلية. أما تطبيق المنهج هذا فإنه يتم عن طريق امتحان كل الأسباب التي نظن إنها علة لحدوث الحادثة والمقارنة بين النتائج التي نخلص إليها من خلال امتحاننا لتلك الأسباب وكما تشهد له التجربة والمشاهدة.

في ضوء كل ذلك ذهب كرونبي إلى أن الكتابات التي تناولت حال العلم الطبيعي والخطوات الإستقرائية التجريبية كلما عالجها جروسيتيست وروجر بيكون ودنزسكوتس وأوكام تشكل مساهمة كبيرة في تاريخ المنهج العلمي وتطوره. لقد أصر أولئك الرواد على أهمية التجربة وعلى خاصية «الاحتمال» التي يتصف بها العلم الطبيعي وعلى اختلاف منهج العلم الطبيعي ونسقه عن نسق الهندسة والرياضة.

ثم رأى كرونبي أن عديدا من الأبحاث العلمية الجادة التي ظهرت في ذلك الحين قد اعتمدت على القواعد التي سيقول بها فيما بعد فرانسيس بيكون وجون ستيوارت مل في دراساتهما، فهي أبحاث تقوم بمعنى آخر على التجربة والخبرة الحسية وعلى الشروط الفعلية اللازم توافرها لوقوع ظاهرة محددة أو حادثة ما. ولشد ما يلفت النظر-كما يقول كرونبي-إن البحث في ألوان الطيف rainbow كان قائما في القرن الثالث عشر والرابع عشر على نفس القواعد التي اعتمدها جون ستيوارت مل وفرانسيس بيكون. كذلك خلص الرواد الأولون من أبحاثهم في ظاهرة الطيف إلى إنه لو افترض وجود وسط عاكس للأشعة، كقطرات المطر مثلا، في موضع يشكل شعاع الشمس زاوية مقدارها 42 درجة مع الخط الواصل بين قطرات المطر وعين الإنسان الرائي فإن ألوان الطيف تظهر واضحة للمشاهد. غير أن كرونبي يضيف إلى ذلك قوله بأن التفسير الذي كان قائما لظاهرة الطيف آنذاك يظل وصفيا. descriptive،. فأي محاولة لتقديم تفسير عام يربط-على سبيل المثال بين ظواهر بصرية †ptical phenomenaمختلفة وبين الشروط اللازم توافرها لقيام تلك الظواهر لا بد أن يعتمد على افتراض. postulating أو تصور نظرية عامة في الضوء، وتصور نظرية عامة كهذه يعتمد بدوره على أفكارنا عن طبيعة الضوء والمبادئ التي يتكون منها،

وكذلك على إمكان تفسير قوانين رياضية تفسر مسارات الضوء. بعبارة أخرى يرى كرونبي أن المنهج العلمي الذي يسعى إلى تفسير الظواهر لا يكون راسخا ومفيدا كل الإفادة إلا متى جمع بين طياته أ-تصورا حول طبيعة الأسباب التي تؤدي إلى قيام الظاهرة وب-المبادئ والقوانين التي ينتج عنها تطبيق المنهج و ج-معرفة لازمة وضرورية بالخطوات العملية. technique، التي يتم تطبيقها-رياضية كانت أو تجريبية.

في ضوء ما ذكرنا نرى أن الصعوبة الكبرى التي كانت تواجه الفلاسفة العلماء في العصر الوسيط هي مشكلة التصور الذي كانوا يأخذون به حول الطبيعة وهو تصور انحدر إليهم من أرسطو. من الطبيعي إن ذاك التصور كان يستلزم تفسيرا يناسبه وهو تفسير ارسطو كذلك. أما الجديد الذي طرأ بعد ذلك فهو أن كل المعالجات والدراسات حول الطبيعة والتي تناوطا العلماء والمفسرون ابتداء من جرسيتيست وحتى جاليليو كانت تأنف من التصور الأرسطي للطبيعة. كان تعريف طبيعة الشيء عند أرسطو معقودا على معرفة صورته form أو جوهره. وعلى ذلك فمتى تم إدراك جوهر الشيء فإن هذا يعني أنه تم تفسيره. ومتى تم تفسيره فإنه لا حاجة بعد ذلك لطرح مزيد من التساؤلات حول طبيعته.

وعلى نقيض ما كان معهودا في العلم آنذاك سعى جروسيتيست إلى صبغ الطبيعة بصبغة رياضية أي إلى دراسة الظواهر الطبيعية على نحو رياضي. سعى جروسيتيست بمعنى آخر إلى إحلال «القانون» Law محل «الصورة form» في ميدان الدراسة العلمية.

أما آخر مرحلة بلغها التطور الجديد للعلم في العصر الوسيط فإنها تمثلت في النقد المنهجي الذي أقامه أوكام وكذلك في موجة النقد من جهة الرياضيين في القرن الرابع عشر ومحاولاته التكنيكية technical للتعبير عن مختلف مستويات التغير على نحو رياضي. فمن المهام الرئيسية التي اضطلع بها أوكام في أبحاثه المنطقية مثلا مهمة تحديد الإطار الذي يمكن بموجبه أن يقال عن الشيء إنه موجود. فلا يمكن أن يقال عن الشيء إنه موجود أو غير موجود إلا من خلال إطار محدد للبحث أو ميدان معلوم للدراسة والإستقصاء. لذا خلص أوكام إلى انه لا شيء يوجد إلا ما أطلق عليه اصطلاح «الشيء المطلق» the absolite thing أو قل بأنه لا وجود لشيء إلا

لموجودات فعلية ولأجسام متعينة يمكن تحديدها من خلال صفات حسية محددة. وهذا ما قاده-أثناء معالجته لعلة الحركة في الفيزياء-إلى قطع الطريق أمام كل الأطراف المتنازعة حول تلك المشكلة-أي علة الحركة-بأن وصفها بأنها مشكلة وهمية. فليس هناك-من وجهة نظره-أي شيء متحرك سوى الأجسام التي تتحرك بالفعل ويمكن ملاحظتها ورصد حركتها في انتقالها من مكان إلى آخر واختلاف مواقعها بالنسبة لبعضها بعضا. وعلى ذلك خرج كرونبي بنتيجة مفادها، أنه يمكن الوقوع في كتابات القرن الثالث عشر والرابع عشر على تصورات حول ماهية العلم الطبيعي وميدانه تماثل تلك التصورات التي ستظهر في القرن السابع عشر.

فما أن استقر الأمر لنوع جديد من العلم الطبيعي-وهو علم يستوحي معالم الهندسة الإقليدية في الدقة والتعبير-حتى رأينا نظرية العصر الوسيط في العلم تنطوي على ثلاثة جوانب هامة:

أ- فهناك أولا تحليل للعلاقة المنطقية القائمة بين النظريات وجزئياتها أو معطياتها .data من جهة و بين الإطار أو الميدان والمناهج التي يتم فيها التحقق من النظرية ومن ثم قبولها أو رفضها. فنرى ضمن هذه الأخيرة مثلا مبدأ تجريبيا في البحث والتحقق من صحة النظرية أو كذبها.

ب- ثم نرى أنه كانت هناك نزعة تستوحي معال الأفلاطونية المحدثة، وهي نزعة تتمثل الطبيعة على نحو رياضي-أي إن خصائص الطبيعة ومجريات الأحداث فيها يمكن التعبير عنها بصيغ أو قوانين رياضية محضة. فبدلا من فكرة أرسطو عن الصورة باعتبارها جوهرا يحمل خصائص كيفية رأينا فكرة جديدة تحل محلها وهي فكرة القوانين العامة للطبيعة، لذا أصبحت عمومية القانون هي مرتكز البحث في العلم.

جـ- ثم نرى ثالثا انه كانت هناك أساليب جديدة للبحث.

خاصة الرياضية منها-وهي التي استهدفت ترسيخ هذا الاتجاه-techniques الجديد في العلم. راح كرونبي بعد ذلك ينفي ما قد يتبادر إلى ذهن الباحثين من أن الآراء التي طرحها والمناهج العلمية الدقيقة التي تصورها لا تتيح مجالا لذكر ما دخل على مناهج العلم من تعديلات خلال الفترة الواقعة بين القرن الرابع عشر والسابع عشر. ودفعا لمثل هذا التصور رأى كرونبي أنه كان هناك عدم تطابق بين النظرية والواقع آنذاك. فعلى صعيد الواقع

العملي رأينا أن الخطوات التي اتبعها الباحثون في العلم إبان العصر الوسيط، والتي لم تسفر إلا عن نتائج ضئيلة، لم تكن على مستوى العظمة الفائقة التي أظهروها في مناقشاتهم المنطقية حول مناهج البحث العلمي وكيف يجب أن تكون عليها خطواتها. كذلك ربما يسأل سائل هنا عن الأهمية التي يمكن أن تعطى لتصورات مجردة حول منهج البحث العلمي في العصر الوسيط طالما كانت هناك شقة بين التصورات النظرية والتطبيق، فهل كانت أهمية التصورات النظرية للمنهج العلمي آنذاك لتزيد كثيرا أو قليلا على ضآلة النتائج التي استخلصها الباحثون في العلم من تطبيقاتهم في العصر الوسيط، ثم إنه لما كان ذلك هو واقع الحال في ميدان العلم آنذاك فهل كان لذلك العلم أي تأثير على طبيعة العلم في القرنين السادس عشر والسابع عشر ؟ حول التساؤل الأول وهو الخاص بالأهمية التي يمكن أن تعطى للتطورات المتعلقة بمناهج العلم في العصر الوسيط، يرى كرونبي أنها ذات أهمية كبيرة-بغض النظر عن نتائج التطبيق في ذلك الزمان-لأنها وفرت خلفية فلسفية سهلت ظهور الإبداعات وتفتق العبقريات في القرن السابع عشر، فإذا اتفق الرأي حول صحة هذه النظرة، كما يقول كرونبي، فإن الخلفية الفلسفية هذه تفوق أهميتها أهمية النتائج العلمية المباشرة التي ظهرت آنذاك نتيجة اعتماد تلك الفلسفة منطلقا للبحث والاستقصاء. نعم يعترف كرونبي-أن ذلك لا يعني مطلقا أن فلاسفة العصر الوسيط قد استثمروا استثمارا حسنا تصوراتهم المنهجية الدقيقة، كما لا يعني ذلك أنهم خلصوا إلى حلول كتلك الحلول التي خلص إليها فلاسفة القرن السابع عشر. وما كان لنا نحن أبناء هذا العصر، كما يقول، أن نأتي بمثل هذه الأحكام ونقدم على أمثال هذه التحليلات إلا لأننا اليوم أصبحنا في موقع أفضل يمكننا من النظر إلى الوراء مليا ويجعل تقييمنا للأمور التي سلفت مختلفا بعض الشيء ومتميزا. ولأن نظرتنا بهذا المفهوم أصبحت متميزة بعض الشيء بعد أن أصبحنا ندرك خلفيات الظروف التي أحاطت بالعلم في العصر الوسيط ونظيره الذي قام في القرن السابع عشر، أمكننا الحكم مثلا على أهمية حركة إحياء التراث الذي تم في القرنين السادس عشر والسابع عشر لما خلفه لنا أرخميدس من نتائج علمية. وهذا الإحياء هو الذي يسر لجاليليو فيما بعد استخلاص نتائج علمية وفلسفية هامة جدا.

الذي كان يهدف إليه كرونبي من مناقشته هذه، هو أن عودة الإهتمام إلى المنهج الذي انتهجه أرخميدس وكذلك الاهتمام بالتصور الأفلاطوني الرياضي للطبيعة، كل ذلك كانت له أهمية علمية رفيعة لأن النقاش الذي دار من قبل-أي في العصر الوسيط-حول ذلك المنهج وذلك التصور قد يسر أمام اللاحقين معرفة الهدف على الأقل وصار بمستطاعهم تركيز أبحاثهم ودراساتهم حول نقاط محددة. فالذي يراه كرونبي بمعنى آخر هو أن إقتران المنهج الصحيح بالنتائج العلمية الهامة التي تترتب على تطبيقه إنما هي نظرة حديثة بعض الشيء، فهي لم تنتشر وتزدهر إلا بعد النجاحات العلمية العامة التي حققها فلاسفة القرن السابع عشر. عندئذ فقط درج الفلاسفة على إبراز أهمية المنهج العلمي وجدواه من خلال إبراز النتائج العلمية التي يتم تحقيقها في إطاره. لم يكن ذلك حال العلم ومناهجه من قبل ذلك، أو على الأقل لم تكن الرؤية واضحة أو كان الاتصال وثيقا بين تطبيق المنهج وطبيعة نتائجه. وبناء على ذلك خلص كرونبي إلى أنه ما كان لكل ذلك التطور الهام في العلم ومنجزاته أن يتحقق لولا أنه كانت هناك فترة هامة جدا تحسن الإشارة إليها عند دراستنا للظروف التي أظهرت العلم الحديث، وهي الفترة التي دار النقاش فيها حول طبيعة المنهج العلمي بدءا من جروسيتيست وروجر بيكون وانتهاء بجاليليو وفرانسيس بيكون وديكارت و نيوتن. فالثورة العلمية التي رأى كرونبي أنها وقعت إبان القرن السابع عشر لم يكن يكتب لها أن تتم لولا أنه كان هناك التحام بين العلم متمثلا في نتائجه وتقنياته، وبين المنهج الذي اختطه الباحثون وانتهجوه في دراساتهم. فعلى الرغم من البشائر والثمار الطيبة التي كانت تنطوي عليها ثورات بعض الفلاسفة الكبار في القرن الثالث عشر لطبيعة العلم، فإنهم لم ينجحوا آنذاك إلا في معالجة بعض المسائل الفيزيائية والفلكية المتفرقة التي انحدرت إليهم من اليونان والعرب. أما القرن السابع عشر فقد شهد دراسة نقدية جادة ومرحلة إعادة النظر في علم الفيزياء وفرضياته مقرونة بابتكارات تقنية هامة. فصلاح المنهج الذي أخذ به فلاسفة القرن السابع عشر، متمثلا في فرض الفروض، والتحليل المنطقي، واعتماد التكنيك الرياضي والتجريبي، أقول إن صلاح ذلك المنهج كان ظاهرا في النجاحات التقنية الهامة التي خلصوا إليها. لذلك صار واضحا لدى الباحثين أن

المنهج الذي يهدف إلى فهم الطبيعة على نحو رياضي، باستخدام النظريات المجردة كالجبر مثلا، هو منهج علمي نافع إلى حد بعيد وأن نفعه بطبيعة الحال، ظاهر بسبب الخطوات التجريبية والوسائل الرياضية الدقيقة التي تشكل جوهره. فانتهاج منهج كهذا قد أبان لنا إن البحث في الحركة .motion وطبيعتها هو قطب الرحى في علم الفيزياء. وهل يداخلنا شك في أن النجاحات الباهرة التي حققها علماء القرن السابع عشر في علم الميكانيكا كانت ترجع بالأساس-كما يقول كرونبي-إلى ارتكاز أبحاثهم ودراساتهم على منهج كهذا ؟ أم ترانا نعجب إذ نعلم أن الإنجازات العلمية التي تلت في فترات لاحقة كانت بسبب انتهاج العلماء المنهج نفسه ؟ فإن لم يكن في ذلك أي عجب فلربما كان العجب في أن فلاسفة الطبيعة في العصر الوسيط كانوا يشاركون نظراءهم في القرن السابع عشر طموحات عظيمة استهدفت معرفة اسرار الطبيعة وقوانينها على الرغم مما يفصل بين الفريقين من زمن واختلاف في النتائج التي خلصوا إليها بالفعل.

14 السابقون على جاليليو

نادرا ما يختلف الباحثون في تاريخ العلم حول أهمية الإسهامات العظيمة التي تمثلت في كتابات الفلاسفة العلماء في العصر الوسيط، ولكن الذي يظل غامضا بعض الشيء هو مدى الأثر الذي أحدثته كتابات السالفين في ذلك العصر على أفكار جاليليو وغيره من العلماء الكبار في القرنين السادس عشر والسابع عشر. ونظرا لأهمية هذه المشكلة رأينا أر نست مودي يتناولها بالتحليل والدراسة فيقول بأنه غالبا ما يرتبط اسم جاليليو بأحداث هامة في تاريخنا الحديث. فنرى إسمه يرتبط مثلا بولادة العلم الحديث، وبالثورة الكوبرنيكية، وبالإطاحة ببعض النظريات الأرسطية التي طغت على العلم قرونا طويلة، ونرى جاليليو يرتبط إسمه كذلك بمبدأ الكفاح ضد أي سلطة تقف في وجه العلم ومسيرته. وهكذا رأينا أن عظمة جاليليو واستقامة سلوكه وأخلاقه وأمانته العلمية وتطلعه إلى كشف الحقائق وإخلاصه لها، رأينا كل ذلك يجعله مثالا يحتذى به، سواء في ميدان البحث والإنجاز العلمي أو الأخلاق والقيم الرفيعة. فلا عجب إذا رأينا أهميته التاريخية في الفترة التي عاشها تفوق أهمية كل العلماء البارزين المعاصرين

له. نرى مثلا أن العبقرية الفذة التي تمثلت في ابتكاره علم الديناميكا الحديث-وهو العلم الذي اكتمل على يد نيوتن-لم تكن مجال دراسة أو مثار شك حتى نهاية القرن التاسع عشر. فلقد ذكر أيرنست ماخ في كتابه الذي ظهر سنة 1869 حول «علم الميكانيكا» أن جاليليو هو الذي أوجد علم الديناميكا وأظهر لنا أفكارا حول ظاهرة سقوط الأجسام «والحركة المجردة» Knimatic. غير أن هذا الكتاب الذي أشاد فيه ماخ بإسهامات جاليليو أعقبه ظهور كتاب المفكرات. Notebooks الذي كتبه ليوناردو دافينشي منذ زمن طويل، وهو الكتاب الذي لم يتم تحقيقه وطبعه إلا في النصف الثاني من القرن التاسع عشر. بيد أن الذي يلفت النظر في هذا الكتاب الأخير هو أنه كان يعالج بعض المشكل في علم الديناميكا تماثل تلك التي شغلت بال جاليليو في عصر لاحق، وأن المنهج الذي إختطه ليوناردو في دراسته لتلك المشاكل شبيه بالمنهج الذي سار عليه جاليليو في دراساته للمشاكل ذاتها.

وإذ ظهر فيما بعد أن علماء آخرين كانوا قد سبقوا جاليليو أيضا في معالجتهم لبعض المسائل التي كان هو يعالجها فإن هذه الظاهرة قد أوحت إلى مؤرخي العلم باحتمال أن يكون كل أولئك العلماء الكبار قد نهلوا من منبع علمي فريد وأن أفكارهم المتماثلة مصدرها واحد. من هنا رأينا بيير دويم-مؤرخ العلم والفيلسوف الفرنسي الشهير-يجتهد في تقصى مصدر تلك الكتابات في العصر الذي عاش فيه ليوناردو ورأيناه يبحث في الكتب المطبوعة قديما عله يقع على ذلك المصدر الفريد الذي ربما كان ليوناردو قد استقى منه أفكاره. أما الذي ظهر بعد ذلك فهو أن كثيرا من تلك الأعمال الهامة التي كانت قائمة آنذاك كان قد كتبها الفلاسفة الطبيعيون المدرسيون الذين كانوا يلقون محاضراتهم في جامعتي باريس وأكسفورد إبان القرن الرابع عشر.

كان من بين أولئك مثلا البرتي السكسوني.Albert of Saxony ووليم هايتسبري. William of Heytesbury وتوماس برادواردين Thomas Bradwardine وجون بوريدان. John Buridan وريتشارد سويزث. Richard Suiseth ونيقولا أوريزم. Nicole Oresme وغيرهم. وعندما عكف دويم على دراسة أعمال هؤلاء رأيناه يخلص إلى إقتناع بأن أصحاب المدرسة الإسمية Nominalist School كانوا قد تصوروا بل وأقاموا علما خاصا بالميكانيكا مختلفا عن

تصور أرسطو له، وبقدر ما كان علم الميكانيكا الذي أقامه أولئك مختلفا أساسا عن ميكانيكا أرسطو، كان وثيق الصلة بعلم الميكانيكا الذي تصوره جاليليو والمعاصرون له فيما بعد. ففي سلسلة كتب متعاقبة نشرت ما بين سنة 1905- 1916 أظهر لنا دويم خلاصة أبحاثه وبلور لنا فهما جديدا لتاريخ الفكر. رأيناه مثلا يذهب إلى أن حركة القذائف وعجلة الجاذبية gravitational acceleration كما تناولهما جاليليو في دراساته لفكرة القوة ومبدأ القصور الذاتي، إنما تناولهما قبله مفكر آخر في باريس إبان القرن الرابع عشر وهو جون بوريدان، ثم كان أن انتقلت تلك الأفكار إلى جاليليو عبر الكتابات التي ألفها البرت السكسوني وهو تلميذ بوريدان نفسه. فالذي إقتصر عليه فعل جاليليو إذن هو أنه صاغ كل تلك الأفكار التي سبقه إليها بوريدان في قالب رياضي أضفى عليها دقة كبيرة. بل الأكثر هو أن دويم ذهب إلى أن الصبغة الرياضية التي أضيفت إلى أفكار بوريدان إنما هي من فعل فرنسي آخر هو نيقولا أوريزم. فالأمر كما يتصوره دويم إذن لا يزيد عن انتقال أفكار علمية من السلف إلى الخلف، إذ السلف هنا هم علماء الفلسفة الطبيعية الفرنسيون في القرن الرابع عشر بينما الخلف هم جاليليو ومعاصروه. بيد أن دويم يضيف إلى ذلك بعدا جديدا عندما رأى أن هذا التراث العلمي العظيم الذي ظهر في أواخر العصر الوسيط قد تبلور في وقت إستعاد خلاله أرسطو مكانته في الجامعات الإيطالية. فهو يقول إنه عندما نقيم النصر الذي أحرزه علم جاليليو على أفكار المشائين-اتباع ارسطو- فإننا لجهلنا بحقيقة تاريخ الفكر ومساره، نظن بأن المسالة لا تزيد على انتصار علم جديد ظهر حديثا على فلسفة عقيمة ظهرت في العصر الوسيط. لكن الواقع على أية حال هو أننا نشهد نصرا لعلم بدأ في باريس في القرن الرابع عشر وظلت مسيرته تحقق نجاحات على مر الزمن حتى اكتمل له النصرعلى نظريات أرسطو وابن رشد في القرن السابع عشرعلى يد جاليليو ومعاصريه.

يعلق مودي على ذلك بقوله إن الدراسات التي قام بها دويم والأفكار الي خلص إليها لا يمكن اعتبارها نهائية. فهو يرى مثلا أن الثورة العلمية التي يتصور بعض المؤرخين أنها حدثت في القرن السابع عشر إنما هي ترجع بالأساس الى القرن الرابع عشر، وأن تلك الثورة إنما ظهرت في مدارس

العصر الوسيط لا كما يتصور المؤرخون أنها قامت بفضل ردة الفعل التي ظهرت ضد تلك المدارس ومناهج العلم فيها. الأكثر من هذا هو أن النزعة التي سادت آنذاك واستهدفت إحياء العلوم الكلاسيكية كانت-حسب تصور دويم-عاملا معوقا للثورة العلمية بدلا من اعتبارها عامل قوة ودفع لتلك الثورة. لهذا رأى مودي أن تصورنا للأمور على هذا النحو هو تصور خطير لأن المسالة-لو صحت آراء دويم-لن تتعلق بإعادة تقييمنا لبعض الجزئيات التاريخية المتفرقة فحسب، بل إن تفسيرنا للتاريخ كله يصبح في حاجة إلى إعادة النظر والتقييم من جديد. فليس غريبا-كما يرى مودي-أن الأفكار التي طرحها دويم قد شحذت همم الباحثين في تاريخ العلم منذ مدة طويلة وذلك لأجل إظهار أن منهجه لم يكن صائبا تماما وأن النتائج التي خلص إليها لم يكن لها ما يبررها. أما اختلاف وجهات النظر حول الآراء التي طرحها دويم فكان ذا طابع فلسفي أكثر منه تاريخيا، أو قل بأن اختلاف وجهات النظر حول تفسيراته كان يتعلق بنتائج الوقائع أكثر من تعلقه بالوقائع نفسها. ولكن تظل قيمة الدراسات التي قام بها دويم-في نظر مودي-هامة على أقل تقدير من حيث شحذها لهمم الباحثين ودعوتها الدارسين إلى مزيد من التعمق والاستقصاء لأجل أن تكون معرفتنا بتراث العصر الوسيط أكثر مما كانت عليه من قبل. أما الصورة التي يمكن ارتسامها اليوم لحال العلم وتيار الفكر في العصر الوسيط-كما يرى مودي-فإنها صورة معقدة ومتعددة الألوان إلى حد لا يمكن استخلاص إجماع في الرأي حولها. فالسابقون على جاليليو من أبناء العصر الوسيط-كما يرى-يجب أن نأخذهم بعين الاعتبار. بلا شك ولكن الأهمية التي أضفاها عليهم دويم تظل موضع نقاش حاد. أما بالنسبة إلى كثير من مؤرخي العلم الذين يظنون أن الثورة العلمية وقعت في القرن السابع عشر فإن معرفتنا المتزايدة اليوم بحال العلم في القرن الرابع عشر توجب علينا إعادة النظر في رأيهم هذا من جديد.

راح مودى بعد ذلك يناقض رأيا يمكن أن يأخذ به كثير من مؤرخي العالم حول العلاقة بين ميكانيكا جاليليو ونظريتها عند السابقين عليه في العصر الوسيط. فيرى مودي بموجب هذا الرأي أن المدرسيين في القرن الرابع عشر كانوا قد طوروا بالفعل-كما رأى دويم-أفكارا جديدة في الميكانيكا

تختلف عما كان معهودا في العلم الأرسطي، وأن هذه الأفكار الجديدة التي كانت تدور حول نظرية تعرف بنظرية «القوة الدافعة».impetus-thepry قد أصبحت تحظى بشيء من التأييد في أوساط المفكرين في نهاية العصر الوسيط على الرغم من إستعادة التيار الأرسطي نشاطه في الجامعات الإيطالية إبان عصر النهضة. كذلك يشير مودى إلى أن نظرية القوة الدافعة التي صار المفكرون يقبلون بها آنذاك-أي في القرن الرابع عشر-هي التي ورثها جاليليو وهي التي صاغها على نحو معقول في كتابة الهام «في الحركة». De Motu، وهو الكتاب الذي كتبه عندما كان لا يزال في مدينة بيزا. ولكنه ما إن ذهب إلى بادوا حتى رأيناه يتشكك في صواب تلك النظرية بل صار يعتقد بعدم صلاحيتها لتفسير الوقائع. لهذا رأيناه يبدأ من جديد ويعمد إلى اتخاذ مبادئ «راديكالية» أسلمته إلى تأسيس علم ميكانيكا القصور الذاتي كما ظهر ذلك في كتابه «محاورات حول علمين جديدين». Discourses on Two New Sciences، أما الجديد في الرأي الذي طرحه مودى على هذا النحو فهو أنه وسيلة لإرضاء كل الأطراف المتنازعة حول المشكلة التي طرحت آنفا. فعبقرية المفكرين المدرسيين متمثلة في إيجادهم علما جديدا في الديناميكا مختلفا عن العلم الأرسطي أمر يؤكد عليه كل التأكيد، وكذلك يمكن القول بأن جاليليو كان قد عالج بعض القضايا التي تعرض لها من قبل الفلاسفة المدرسيون في القرن الرابع عشر. غير أن هناك وجها آخر للحل الذي طرحه مودى وهو أن الميكانيكا الحديثة قد تأسست على قواعد «جديدة» اكتشفها جاليليو نفسه. بمعنى آخر نقول بأنه على الرغم من تأكيدنا على عبقرية العلماء المدرسيين، إلا أن تقديرنا لهم ولإسهاماتهم لا يمكن أن يكون على حساب القواعد الجديدة والمبادئ المبتكرة التي أوجدها جاليليو إيجادا. فلا يمكن بموجب هذه النظرة أن نتصور جاليليو مقلدا كأنما هو لم يأت بشيء من عنده أو أن الفضل في ابتكاراته يرجع إلى الفلاسفة المدرسيين من قبله.

أما لماذا رأى مودى معقولية هذا الحل الذي طرحه على هذا النحو فهو أنه رأى فيه بوتقة تنصهر فيها كل آراء الأطراف المتنازعة وذلك بالإضافة إلى أنه حل بسيط وواضح، فهو حل يجمع بين أهمية الجانب الفلسفي الذي عبرت عنه النتائج التي خلص إليها دويم من ناحية ومن ناحية أخرى

نرى أنه حل يعطي أهمية مماثلة للأحداث التاريخية التي لم تشدد عليها أبحاث دويم. فصلب المشكلة كما يرى مودى هو ما اصطلح مؤرخو العلم على تسميته (بنظرية القوة الدافعة في العصر الوسيط). The medieval impetus theory ومفاد نظرية القوة هذه، هو أنه متى قذف حجر إلى أعلى، فإن الفعل الذي يصبح الحجر بموجبه متحركا يخلق في الحجر قوة أو قدرة يستطيع الحجر بوساطتها أن يستمر في ارتفاعه إلى أعلى بعد أن يفارق اليد التي قذفته وهذه القوة التي انطبعت على الحجر impressed power تظل تتناقص تدريجيا وتضعف مقاومتها شيئا فشيئا إزاء الجاذبية الطبيعية، فتتناقص سرعة الإرتفاع إلى أعلى حتى تتغلب الجاذبية في نهاية المطاف على القوة المطبوعة على الحجر ليبدأ في السقوط بعد ذلك ولتزداد سرعة هبوطه مع مرور الزمن. كان أرسطو قد فسر حركة ارتفاع الحجر إلى أعلى بموجب نظرية «دفع الهواء». air propulsion لأنه لم يكن ليتصور أن جسما يمكن أن يتحرك في إتجاه معاكس إلا إذا دفع بواسطة جسم آخر مماس له. أما عدم معقولية هذا التفسير الأرسطي فقد أشار إليها خلفاؤه الإسكندريون وذلك عندما استبدل كل من هيباركوس.Hipparxhus وجون فيلوبن. j.philopon بنظرية دفع الهواء الأرسطية نظرية القوة المطبوعة على الجسم المتحرك. من هنا رأى مودى أن نظرية حركة القذائف projectile motion لم تكن ظهرت في العصر الوسيط أول ما ظهرت، فلقد عالجها الإغريق، والمسلمون، والمدرسون اللاتينيون، ثم تناولها ليوناردو دافينشي، وبينيديتي، وجاليليو فيما بعد. وبموجب هذه النظرة العامة-أي عند النظر إلى فكرة الحركة من منطلق أوسع-يمكن القول-كما يرى مودى-بأن نظرية حركة القذائف لم تكن نظرية أو تفسيرا لحركة الجسم المقذوف كما لو كان معارضا لتفسير أرسطو السالف الذكر.

أشار مودى بعد ذلك بأن الفترة الواقعة بين نهاية القرن الثالث عشر وبداية الرابع عشر قد شهدت دراسة بعض اللاهوتيين في باريس مسألة القذائف وحركتها، فكان أن تصوروا أن المحرك الأصلي للقذيفة يكسبها صفة خاصة أو ما اصطلحوا على تسميته ب «خصلة مطبوعة». impressed virtue تظل قائمة في القذيفة لمدة محددة من الزمن، ثم تتناقص تلك الصفة شيئا فشيئا بعد أن تنسلخ عن اليد أو الجسم الذي قذف بها-أي عن

المصدر الأصلي الذي أكسبها تلك الصفة الخاصة. ففي مخطوطة كتبت في سنة 1323 نرى فرانشيسكو مارشيا-وهو أحد اللاهوتيين في ذلك العصر-يخلف لنا عرضا متكاملا لهذه النظرية يسطر فيه جملة من الإعتراضات ضد نظرية أرسطو، وهي اعتراضات أوردها كل الذين خالفوا نظرية أرسطو في الحركة في عصر متأخر ومن بينهم جاليليو نفسه. ومن جملة ما أظهرته لنا المخطوطة هذه أن القوة المطبوعة على الجسم المقذوف أي القوة أو الصفة التي تكتسبها القذيفة المتحركة من اليد أو الجسم القاذف لها هي قوة مؤقتة سرعان ما تتلاشى من تلقاء ذاتها . self-dissipating وإذ يدور حديثنا هنا حول القوة التي يطبعها الجسم القاذف على الجسم المقذوف فإن مودى يحذرنا من الإعتقاد بأن كلمة «القوة الدافعة». impetus كانت مستعملة آنذاك، إذ لم يتم استخدامها من جانب الكتاب اللاتينيين ومن بينهم فرانشيسكو مارشيا نفسه لتعني القوة المطبوعة على الجسم المقذوف. كان جون بوريدان أول من اصطلحها بهذا المفهوم في معرض تفسير جديد لحركة القذائف يختلف كثيرا عن تفسير مارشيا والسابقين عليه. فبعد أن رفض بوريدان نظرية أرسطو بموجب الاعتراضات السائدة عليها آنذاك، رأيناه يصرح بأن الجسم المقذوف يستمر في حركته بعد أن يفارق اليد التي قذفت به في إتجاه محدد لأن تلك اليد قد أكسبته حين رمت به «قوة دفع» impetus تجعله يستمر في الحركة إلى أن تتغلب مقاومة الهواء وقوة الجاذبية على «قوة الدفع». ولقد ترجم بوريدان كل ذلك في صيغة كمية quantitative. عندما أشار إلى أن «قوة الدفع» تتناسب طرديا مع السرعة وكمية المادة. أما الإختلاف بين الأفكار التي طرحها مارشيا وبين نظرية بوريدان فيكمن في أن نظرية هذا الأخير قد أعلنت أن «قوة الدفع» هي حالة «ذات طبيعة دائمة». a condition of permanet nature. بمعنى أنه لو لم تكن هناك قوى معارضة تعمل على مقاومة «قوة الدفع» هذه والتقليل من زخمها فإنها-أي قوة الدفع-تظل ثابتة وتبقي على حركة الجسم إلى ما لا نهاية. أما وأن هناك قوى في الفضاء مضادة-كما تصور بوريدان-ولما كان هناك ميل طبيعي في الأجسام الخفيفة والثقيلة على السواء يجعلها تتجه نحو الأماكن الطبيعية التي تسكن إليها، فإن «قوة الدفع» يتم التغلب عليها وتسقط الأجسام بعد ذلك بزمن معلوم كما يشهد به واقع الحال. ولا يتم سقوط الأجسام على

هذا النحو بسبب استهلاك طرأ على «قوة الدفع» من الحركة نفسها وإنما لأن القوى المضادة-أي مقاومة الهواء وعامل الجاذبية-قد أنهكتها. أما الأجسام السماوية-كما رأى بوريدان-فإنها في حركتها لا تتعرض للقوى المضادة التي تتعرض لها الأحجار والقذائف على الأرض. لذا خلص بوريدان إلى فكرة قد لا يرضى بها اللاهوتيون مفادها: إنه عندما خلق الله الأجسام السماوية وحركها على النحو الذي يشاء، فإن قوة الدفع التي أوجدها الله منذ البداية قد أبقت على حركة تلك الأجسام كما هي إلى يومنا هذا وذلك لأن «قوة الدفع» تلك غير قابلة للفساد أو النقصان باعتبار أن ليس هناك قوة مضادة تعارض الأجسام السماوية في حركتها.

غير أن الملاحظة الهامة التي يذكرها مودى هنا هي أن دويم قد اعتمد نظرية «قوة الدفع» التي قال بها بوريدان في تفسيره لأصول الديناميكا عند جاليليو. فلم يلتفت دويم إلى نظرية «القوة المطبوعة» التي تتلاشى من تلقاء ذاتها وهي النظرية التي قال بها فرانشيسكو مارشيا وفيلوبن وهيباركوس ولم يحاول أن يربط بينها وبين أفكار جاليلو. وإنما اقتصر في تفسيره لأصول الديناميكا الحديثة عند جاليلو على أنها ترجع في بادئ أمرها إلى كتابات مفكري القرن الرابع عشر الفرنسيين أمثال بوريدان وجماعته. ويستطرد مودى بعد ذلك فيقول بأن محاولة دويم الرامية إلى إظهار الصلة بين أفكار بوريدان وجاليليو كانت محاولة ضعيفة على أقل تقدير. فخذ مثلا ظاهرتين طبيعيتين تتعلقان بحركة القذائف والسقوط الحر المجرد للأجسام free fall. فالقول بأن التحليل الذي قال به بوريدان حول الظاهرتين يتطابق أساسا مع التحليل الذي قال به جاليليو في كتابه «علمان جديدان» Two New Sciences وكذلك القول بأن تحليل بوريدان للظاهرتين ذاتهما لا يتطابق أساسا مع تحليل جاليليو لهما في كتاب آخر له في الحركة. De Motu، كل هذا لا يجعل أفكار دويم أفكارا صائبة في نظر مودى كاعتقاده مثلا أن ديناميكا القصور الذاتي الحديثة قد ظهرت أول ما ظهرت على أيدي بوريدان وأصحابه في القرن الرابع عشر.

أما الذي تظهره المقارنة السالفة الذكر-كما يرى مودى-فهو أن نظريات الديناميكا التي كانت سائدة في العصر الوسيط كانت تختلف بالفعل عن الديناميكا التي قال بها بوريدان كاختلافها عن ديناميكا جاليليو نفسه،

ولكن بعض الأفكار التي قال بها بوريدان-على الرغم من إختلافها عن نظريات الديناميكا في العصر الوسيط-لا تعني أن أفكاره كلها كانت مقطوعة الصلة تماما بديناميكا العصر الوسيط، كلا ولا يعني ذلك أن الأفكار المبتكرة التي قال بها بوريدان كانت تشكل علما للديناميكا متكاملا أو أن ذلك العلم هو الذي كان سائدا عل حساب العلم الأرسطي. وبمثل هذه النظرة يمكن القول بأن الأفكار المبتكرة التي قال بها جاليليو لا يمكن أن تكون أصولها مقتصرة على الكتابات التي قال بها بوريدان وجماعته، كلا ولا كانت أفكاره ونظرياته متطابقة تمام التطابق مع أفكار الذين سبقوه. نعم رأينا جاليليو مثلا يستخدم في نقده لنظريات أرسطو في حركة القذائف حججا قال بها بوريدان وجماعة آخرون من معاصريه، ولكن الحجج نفسها كان يستخدمها كل الدارسين لفيزياء أرسطو والمعارضين له منذ القرن الرابع عشر وحتى القرن السادس عشر. أما النظريات الميكانيكية التي عرض لها جاليليو في كتابه «الحركة» De Motu فإنها لا تشير إلى أنه كان على علم بالميكانيكا الجديدة التي ظهرت بوادرها في القرن الرابع عشر، فلم يكن جاليليو قد علم بالأفكار المبتكرة التي قال بها براد-واردين وخالف فيها «قوانين السرعة» في حركة الأجسام عند أرسطو، وكذلك لم يكن جاليليو على علم بالتحليل «الكيناماتي»-أي التحليل المجرد للحركة-الذي طوره كل من هايتسبري وسواينسهيد. Swineshead في اكسفور. كذلك لم يكن جاليليو عل علم بالتحليل الديناميكي لحركة القذائف والسقوط الحر المجرد للأجسام كما قال بهما بوريدان. فالنظريات الديناميكية التي قال بها جاليليو في أول الأمر عندما كان في بيزا لا يمكن-كما يقول مودى-تصورها أو إعتبارها انعكاسا للأفكار الميكانيكية المبتكرة التي ظهرت في القرن الرابع عشر.

سعى مودى بعد ذلك إلى دعم وجهة نظره حين قال إنه على الرغم من أن النظريات التي قال بها جاليليو عندما كان في بيزا كانت تعكس بعض ملامح تيار جديد ظهرت بوادره في القرن الرابع عشر-وخاصة ما تعلق منها بالقوة المطبوعة التي تستهلك من تلقاء ذاتهاthe self-consuming impressed force- فإنه من الخطأ القول بأن أفكار جاليليو-من هذا المنطلق-كانت تعكس نظرية «قوة الدفع» impetus التي قال بها بوريدان والبرت السكسوني، كلا ولا كانت نظريات جاليليو تلك قد استوحت معالمها من الأفكار التي قال بها

أي من المفكرين المدرسيين في القرن الرابع عشر. ويزيد مودى في شرحه قائلا إنه إن كانت أفكار جاليليو تعكس شيئا من تراث العصر الوسيط والنظريات التي سادت فيه فإنها كانت تعكس أفكار الفيلسوف المسلم ابن باجه وخاصة الفكرة التي تقول بان مقاومة الوسط medium .الذي تتم فيه حركة الأجسام السماوية لا يشكل عاملا هاما أو شرطا أساسيا في قيام حركة الأجسام السماوية. فهذه الفكرة التي قال بها ابن باجه كان لها أثر هام في بلورة جاليليو لنظرياته في الديناميكا ولم يتخل عنها أبدا وهذه الفكرة عدا ذلك كله هي التي مكنت جاليليو من تعميم نظرية «قوة الدفع» impetusالتي قال بها بوريدان وأحالها إلى نظرية متكاملة لديناميكا القصور الذاتي.

من ناحية ثانية رأى مودى أن جاليليو كان متأثرا خلال الفترة التي قضاها في بادوا ببعض الأفكار التي ظهرت إلى السطح في باريس وأكسفورد كفكرة بوريدان مثلا حول حركة القذائف وسقوط الأجسام الحر المجرد وكذلك بعض أفكار ميرتون الكيناميتا . Kinematic.

ولكن الأسئلة المحيرة هي: على أي نحو إنتقلت هذه الأفكار إلى جاليليو وأي الكتب تأثر بها؟ فإذا ما أمكن الإجابة على مثل هذه الأسئلة أو على بعض جوانبها إستطعنا أن نقع على الطريقة التي تبلورت بها أفكار جاليليو. ومن هنا رأى مودى أنه لو كان مؤرخو العلم قد صرفوا مزيدا من الجهد والوقت حول هذه الأسئلة ومحاولة الإجابة عليها بدلا من الجهد والوقت الذي صرفوه على محاولة إثبات نظرية دويم أو رفضها، لكان بإستطاعتهم أن يقعوا على طبيعة الإنجازات العلمية التي حققها جاليليو.

غير أن الناظر إلى دعوة مودى هذه يجب ألا يظن بأنه يختلف مع دويم حول تأثر جاليليو بأفكار الرجال الذين ظهروا في القرن الرابع عشر. فالواقع أن مودى يعترف بكل ذلك، ولكن الذي ينكره هو الرأي الذي طرحه دويم بأن علم الديناميكا الحديث قد تأسس قبل قرنين من ولادة جاليليو. فالخلاف إذن لا يدور حول تأثر جاليليو ببعض الأفكار والقواعد الرياضية التي قال بها بعض العلماء المدرسيين في القرن الرابع عشر وإنما الخلاف هو أن تلك الأفكار والقواعد التي طرحها أهلها لم تكن مستخدمة من قبلهم هم في عصرهم الذي عاشوا فيه. فالذي رآه مودى هو أن تلك

الأفكار والنظريات كانت مبعثرة من ناحية وأنها كانت بمثابة «البناءات الفوقية» superstructures التي أقيمت فوق نظريات أرسطو الفيزيائية من ناحية أخرى. ومرد البعثرة لتلك الأفكار المبتكرة-كما يقول مودى-هو أنها كانت فردية، فلم يكن الرجال الكبار آنذاك يعرف بعضهم بعضا ولم يكن أي منهم على علم بأفكار الآخرين ونظرياتهم، فكان الأمر أشبه ما يكون بأجزاء متناثرة لو أنها اجتمعت لأقامت لنا أساسا حقيقيا لعلم جديد. كان يرا دواردين وتلاميذه مثلا-على عبقريتهم في تطوير أفكار جديدة لحركة الأجسام وسرعتها-وعلى الرغم من-وصولهم إلى تحليلات رياضية مجردة للحركة المطردة بإتساق uniformly accelerated motion. إلا أنهم لم يظهروا على الإطلاق تعاطفا مع تحليل ديناميكي لحركة القذائف والسقوط الحر المجرد، وهما الظاهرتان الفيزيائيتان اللتان عالجهما بوريدان في دراساته. كانت نظرتهم-أي نظرة يرادواردين وتلاميذه-إلى الديناميكا عموما تستمد معالمها من نظريات أرسطو وإبن رشد في هذا العلم. أما بوريدان فقد كانت أفكاره المبتكرة حول قوة الدفع»-كما استخدمها في تحليل حركة القذائف والسقوط الحر المجرد-تبشر بإمكان تعميمها على نطاق واسع لكي تصبح بعد ذلك أساسا وطيدا لعلم جديد في الديناميكا، ولكنه مع ذلك لم يعممها ولم يوسع من نطاقها. فهو لم يجتهد في استئصال التعارض الواضح بين نظرية «قوة الدفع» التي قال بها وبين الفكرة الأرسطية التي تقول بأن المقاومة التي يظهرها «الوسط». medium شرط ضروري لحركة الأجسام السماوية. فعلى الرغم من أفكار بوريدان المبتكرة في الديناميكا إلا إنه قبل بالتفسير الأرسطي للحركة ورضي بـ «قانون السرعات Law of velocities عن أرسطو وهو القانون الذي أعاد صياغته بوادواردراين على نحو مختلف.

من هنا راح مودى يتساءل عن السبب الذي من أجله أحجم أولئك الكبار في القرن الرابع عشر عن إستغلال أفكارهم المبتكرة إستغلالا حسنا كان يجمعوا بين إنجازاتهم المتناثرة التي إبتكروها لمعالجة حالات خاصة وفردية ويقيموا من بعد جمعها بناء علميا جديدا يحل محل فيزياء أرسطو ونظرياته الكونية؟ الإجابة-كما تصور مودى-تكمن في أن الكبار كانوا أساتذة جامعات، ولأن مناهج الجامعات آنذاك كانت تعتمد كتب أرسطو في التدريس، فإنهم

لم يكن لديهم الحافز ولا كانت لديهم الفرصة لإصلاح المناهج. كانت مهمتهم تحتم عليهم أن يضفوا شيئا من المنطق والمعقولية لمواد الدراسة التي يعملون على تدريسها لا أن يطيحوا بها أو يستسخفوا أفكارها.

لذا خلص مودى إلى أنه خلافا لما يعتقد الكثيرون فإنه لم يكن هناك علم راسخ في الميكانيكا كان قد ظهر في القرن الرابع عشر وذلك لأنه لم تظهر آنذاك نظرية عامة للحركة المحلية. general theory of local motion يمكن تطبيقها على الطبيعة بأسرها وتكون-أي تلك النظرية-مقامة على بضعة مبادئ متسقة ومتماسكة. صحيح-كما يقول مودى-أن الباحث يستطيع أن يعثر عند دراسته كتابات المفكرين في أواخر العصر الوسيط على الأفكار المتناثرة هنا وهناك مما يشكل اجتماعها-لو أنها إجتمعت-علما متكاملا في الميكانيكا كالعلم الذي ظهر في القرن السابع عشر، ولكن ذلك ظل حلما فحسب ويبقى الواقع حقيقة على أية حال. فما ظهر ذلك العلم المنشود الذي ظنه دويم ممكنا ولا حل علم جديد في الميكانيكا محل العلم الأرسطي. غير أن الأمر أضحى مختلفا حين جاء القرن السابع عشر وذلك لأن جاليليو ونيوتن كانا قد تمكنا من جمع الأفكار المبعثرة ولملمة القطع المتناثرة على نحو أظهر لنا علما جديدا وراسخا في الميكانيكا يحل محل العلم الأرسطي القديم. ومن هنا-كما قال مودى-إستحق جاليليو لقب المؤسس الحقيقي لعلم الديناميكا الحديث. نعم إن الأفكار التي قال بها جاليليو لم يكن قد جلبها من العدم، إلا إنه جاءنا بعلم جديد لم يكن رجال القرن الرابع عشر قادرين عليه فكان أن نجح هو من حيث هم فشلوا. وبهذا المعنى صار علم الديناميكا الحديث يرتبط بجاليليو، وبهذا المعنى أيضا لم يكن لعلمه مثيل عند السابقين عليه.

خاتمه

أسس الثورات العلمية

عرضنا الآن وجهات نظر مختلفة حول ظاهرة الثورة العلمية ورأينا كيف أن فلاسفة العلم ومؤرخيه ذهبوا مذاهب شتى في تفسير تلك الظاهرة وجملة الظروف التي أحاطت بها وأظهرتها. أما السؤال الذي نطرحه الآن فهو: هل من الممكن أن يكون الإختلاف حول تلك الأفكار التي طرحها المفكرون لتلك الظاهرة إختلافا ظاهريا فقط أم أن التباين بين آرائهم تباين حقيقي وعميق إلى حد كبير؟ وإذا كان التباين بين النظريات والأفكار التي طرحها مؤرخو العلم تباينا كبيرا بالفعل وحقيقيا أكثر مما هو سطحي فهل من وسيلة يمكن من خلالها إستقطاب تلك الأفكار المختلفة وصهرها في بوتقة توالف فيما بينها ؟ هل من سبيل بمعنى آخر إلى تقريب وجهات نظر المفكرين التي استعرضناها آنفا؟

لعل في نظرية توماس كون. Thomas Kuhn حول أسس الثورات العلمية إجابة لهذا التساؤل الهام. فنظريته-كما أعتقد-هي مسك الختام في بحثنا هذا وهي تستحق بالفعل أن تكون كذلك لأنها نظرية أصيلة وهامة جدا إلى درجة أنها قد أثارت منذ أوائل الستينات وما تزال ضجة كبرى في أوساط

الفكر العلمي وفلسفته. فحول هذه الظاهرة-أي ظاهرة الثورة العلمية. وإختلاف المفكرين بشأنها يقول كون: إنه إذا كان العلم. Science هو جملة constellation الحقائق والوقائع والنظريات ومناهج البحث التي تزخر بها المؤلفات العلمية في هذا العصر فإن العلماء في هذه الحالة هم الأفراد الذين سعو جهدهم إلى الإسهام في ميدان العلم بجديد بغض النظر عن نجاحهم أو فشلهم في سعيهم ذاك. فتقدم العلم على هذا الأساس وكما يرى بعض المؤرخين هو عملية دينامية تتراكم فيها الإسهامات الجزئية للعلماء وعلى مر الزمان. وبموجب هذه النظرة-كما يقول كون-يصبح تاريخ العلم هو تسجيل إسهامات العلماء ونشاطاتهم بحسب تسلسلها الزمني من ناحية والصعوبات أو المعوقات أو جملة الظروف التي أحاطت بظهور تلك الإسهامات من ناحية ثانية.

فإسهام عالم ما مثلا سابق في الزمن على إسهام عالم آخر أو لاحق عليه، كما إن الظروف وجملة الصعوبات التي أحاطت بظهور نظرية أو فكرة علمية معينة تختلف عن نظيراتها التي أظهرت لنا نظرية أخرى مختلفة. فمؤرخ العلم على هذا الأساس يهتم بناحيتين رئيسيتين: أولاهما أن يحدد من أضاف جديدا أو أسهم بشكل ما في تطور العلم وفي أي زمن تم ذلك، وثانيتهما أن يبرز وأن يفسر جملة الأخطاء والأوهام أو الخرافات التي تسربت إلى الدراسات والمؤلفات العلمية الحديثة. هاتان الناحيتان هما اللتان شغلتا ولا تزالان مؤرخي العلم إلى وقت قريب. أما في السنوات الأخيرة كما يقول كون-فإن بعض مؤرخي العلم وجدوا أنه من الصعوبة بمكان النظر إلى العلم وتطوره كما لو كانت مسيرته تراكمية، بمعنى آخر نقول بأن مؤرخي العلم صاروا في السنوات الأخيرة يواجهون صعوبات كثيرة في أبحاثهم إذا ما كان الهدف منها تسجيل مسيرة العلم ورسم صورة لتطوره كما لو كانت النظريات والأفكار العلمية اللاحقة تضيف جديدا أو تطيح بنظريات أخرى سابقة عليها. فهم بإعتبارهم يؤرخون مسيرة العلم وتطوره و يحددون زمن ظهور النظريات والأفكار العلمية نراهم يواجهون صعوبات كثيرة تزداد بازدياد الأبحاث التي تظهر تباعا في تأرخ العلم وتطوره. فليس من السهل عليهم في تحديدهم أزمان النظريات والأفكار أن يجيبوا على تساؤل كالتالي مثلا :-متى اكتشف غاز الأوكسجين ؟ أو من هو

أول من تصور فكرة حفظ الطاقة ؟. إزاء هذه الإشكالات رأت جماعة من مؤرخي العلم أنه يجب إستبعاد أسئلة كهذه من ميدان تاريخ العلم إذ ربما لم تكن مسيرة العلم وتطوره تراكمية وحصيلة إسهامات فردية تتم بين حين وآخر. أضف إلى هذا أن جماعة المؤرخين هذه واجهت صوبات جمة عندما نظرت في تراث السلف إزاء تمييز ما هو «علم» في تيارات الفكر السابقة عما هو«لا علم». أو قل إن جماعة المؤرخين «هذه قد وجدت نفسها في حيرة إزاء تحديد المكونات أو المضمون أو المحتوى «العلمي» للمشاهدات والتفاسير والمعتقدات التي قال بها السلف وتصنيفها تصنيفا مختلفا عما يمكن أن يسمى «خرافات» أو «أخطاء» فبقدر ما تزداد معرفتنا بديناميكا أرسطو مثلا أو نظرية الكيمياء «الفلوجستونية» أو سعرات الديناميكية الحرارية يزداد يقين بعض مؤرخي إسم أن تلك النظريات التي كانت لها سطوة عظيمة في الماضي لا تقل في خصائصها العلمية عن نظرياتنا العلمية التي نأخذ بها اليوم. فنظريات العلم بالأمس كانت نظريات علمية بحسب الزمان والمكان والظروف التي أحاطت بتلك الأفكار، على نحو النظريات التي ظهرت في عصرنا بموجب ظروف خاصة يسرت ظهورها والأخذ بها. فلا يصح بموجب هذه النظرية أن يقال عن النظريات العلمية السابقة أنها كانت خزعبلات أو أوهاما أو شطحات أفكار، فمثل هذه الأحكام يمكن أن تطلق على علمنا المعاصر سواء بسواء، ولقد يأخذ علماء اليوم بنظرية أو يتشبثون بفكرة علمية لا ندري عن مصيرها على نحو أخذ السابقين بنظرية علمية أو تشبثهم بفكرة كانت تناسب تحليلاتهم ومناهجهم وظروف العصر الذي كانوا يعيشونه.

وهناك على أية حال بعد جديد للمشكلة هذه كما يرى كون، فلو وصفت المعتقدات الماضية والتي طرحها الفكر الحديث من حسابه بأنها أساطير فإنه من الممكن أن تفرز المناهج العلمية التي نأخذ بها اليوم في علمنا المعاصر أساطير وخرافات كالأساطير والخرافات التي نسم بها فكر السلف ومعتقداتهم. أما إذا كنا نسم معتقدات الأولين بأنها علم فإن العلم في هذه الحالة يكون قد إنطوى في الماضي على جملة أفكار تعارض ما نأخذ به اليوم في علمنا المعاصر. وإذ يتعين على المؤرخين للعلم أن يأخذوا بواحد من الخيارين السالفين فإنهم لا بد آخذون بالرأي الأخير. وغني عن البيان

أن هذا الخيار لا يبرز لنا مسيرة العلم وكإنما هي عملية تراكمية تنمو باطراد الزمن.

إزاء تلك الصعوبات والشكوك حدثت-كما يقول كون-ثورة هامة في ميدان التاريخ ودراساته historiographic revolution على الرغم من أن تلك الثورة لم تزل في مراحلها الأولى. وشيئا فشيئا رأينا المؤرخين للعلم يسألون-ومن غير أن يعلموا أنهم ينهجون نهجا جديدا-أسئلة مبتكرة يحاولون من خلالها إستقصاء تطورات حدثت في ميادين العلم ومن غير أن تستهدف تلك الأسئلة بالضرورة إبراز الخاصية التراكمية للعلم. فبدلا من إظهار الإسهامات التي أضافها العلماء السابقون إلى مسيرة العلم حتى أصبح العلم على ما هو عليه اليوم-وهذه هي الخاصية التراكمية للعلم-رأينا المؤرخين يوجهون إهتمامهم إلى دراسة طبيعة العلم والأفكار العلمية التي كان يزخر بها عصر محدد تحديدا زمنيا وكذلك إبراز خصوصية العلم وتفرده في ذلك الزمان. وعلى هذا الأساس لم تعد أسئلة المؤرخين للعلم تدور حول علاقة الأفكار التي جاء بها جاليليو بالعلم الحديث بل حول علاقة أفكاره بأفكار المعاصرين له وبطبيعة تيار الفكر العام الذي كان يسود عصره الذي عاش فيه. فهم يتساءلون مثلا عن أساتذته الذين درس على أيديهم وعن زملائه العلماء أمثاله، وعن الرجال المعاصرين له أو اللاحقين عليه مباشرة ممن تأثروا به وهكذا.. . وفضلا عن ذلك نرى مؤرخي العلم يصرون على دراسة أفكار العلماء في عصرهم الذي يعيشون فيه وأفكار غيرهم في ميادين أخرى من نشاطات الفكر بهدف رسم صور متكاملة عن تيار الفكر العام كله. فميدان العلم جانب واحد فقط من نشاطات الفكر، وميدان اللاهوت جانب آخر وهكذا... فالأمر الهام هنا إذا هو دراسة طبيعة العلم في عصر محدد من ناحية وكذلك دراسة جوانب أخرى من نشاطات الفكر وذلك بقصد إظهار الاتساق الداخلي لبناء الفكر العام كله ولأجل تكوين صورة متكاملة إلى أبعد الحدود عن طبيعة ذلك الفكر وخصوصياته.

من هذا المنطلق يرى كون أنه إذا تمت دراسة تاريخ العلم على هذا النحو فإن نتائج الدراسة ستكون مختلفة تماما عن الدراسات الكلاسيكية والنتائج التقليدية التي خلص إليها الباحثون في هذا الميدان من قبل. نلاحظ مثلا أن مراحل تطور أي علم من العلوم كانت تعتمد على تباين وجهات النظر

واختلافها حول الطبيعة ذاتها. فقد تقترب وجهات النظر تلك من التصور المعقول للطبيعة وقد تبتعد بعض الشيء، ولكن الصراع أو التنافس الدائم بينها هو الذي يدفع بعجلة العلم إلى الأمام ويزيدنا معرفة بطبيعة الأشياء. ويجب أن نؤكد هنا على أن وجهات النظر أو المذاهب الفكرية المتصارعة كانت جميعها «علمية» إلى حد كبير، فليس الفرق بين المذاهب الفكرية هو خطأ في المنهج تسير عليه هذه المدرسة أو تلك، إذ إنها كانت جميعا تلتزم منهجا علميا وتطبق مبدأ الملاحظة بحسب تصورها لطبيعة العلم. ما كان يفرق بين مدرسة فكرية وأخرى إذا ليس فشل أو خطأ في منهج دون آخر بل النظرة (اللامتكافئة) incommensurable، أو التصور اللامتناسب للعال وكيف يجب أن يكون العلم وتطبيقه بموجب ذلك التصور. صحيح أن المشاهدة والتجربة العلميتين تحددان إلى مدى بعيد طبيعة الأفكار والتصورات العلمية- وإلا لم يكن هناك علم بالأساس-ولكن المشاهدة والتجربة لا يمكن لهما أن تحددا طبيعة العلم ككل وكأنما العلم ونظرياته متوقفة على توافر هذين الشرطين. فلقد تلتزم جماعة العلماء في زمن معين بجانب إعتباطي بعيد كل البعد عن ميدان العلم الذي تأخذ به إذ ربما يدخل العلماء في زمن ما إلى ميدان العلم جانبا ذاتيا أو حادثة تاريخية مما لا يمت بصلة لطبيعة العلم الذي يأخذون به. وهذا العنصر الغريب أو هذا الجانب الإعتباطي arbitrariness على أية حال لا يعني أن بناء العلم متهالك وإنما يعني أن جماعة من العلماء في زمن من الأزمان لا يمكن أن تمارس العلم من غير هذا الجانب الإعتباطي الذي يتغلغل في ثنايا العلم نفسه. فالعلماء في أي زمن كان إذا لا يطبقون العلم إلا ومعه بضعة أفكار يستخدمونها عن السلف ويؤمنون بها. من جهة أخرى نرى أن الجانب الإعتباطي في العلم، أو بضعة الأفكار التي يستقيها الخلف عن السلف لا يطيح ببناء العلم ولا يحتم أن تكون نتائج العلم عظيمة، أو أقل فائدة less consequential. فلا يمكن لأي بحث علمي أو دراسة تطبيقية أن تكون مثمره-كما يرى كون، إلا متى أحس جماعة العلماء أن لديهم إجابات محددة عن الأسئلة التي يطرحونها. يجب أن تكون لديهم إجابة واضحة عن أسئلة كهذه: ما هي المادة الأساسية التي يتكون منها العالم ؟ وما علاقة أجزاء تلك المادة بعضها ببعض ؟ وكيف يكون أثرها على أجهزة الإحساس في الإنسان ؟ ما هي الأسئلة التي يصح أن

تطرح حول طبيعة تلك المادة وما هي التطبيقات العلمية التي يجب إتباعها لأجل معرفة طبيعة المادة وإيجاد الحلول التي تناسب تلك الأسئلة ؟ هناك على أية حال إجابات واضحة ومحددة لمثل هذه الأسئلة في العلوم التي قطعت شوطا بعيدا في ميدان التقدم، ونجد تلك الإجابات واردة في المؤلفات العلمية ومناهج الدراسة التي يدرسها الطلبة الذين سيتخصصون في فرع من فروع العلوم أو آخر. ولأن مناهج الدراسة والمؤلفات العلمية في هذه العلوم صارمة ودقيقة إلى حد بعيد فإن تلك الإجابات المحددة لقضايا العلم تعلق بذهن الطلبة المتخصصين في ميادين العلوم وتمارس ضغطا كبيرا على عقولهم وأنماط تفكيرهم. ولعله ليس أدل على سطوة تلك الإجابات المحددة لقضايا العلم في أي زمان من أنها هي التي تحدد الوجهة التي يجب أن تسير عليها خطوات البحث في العلوم من ناحية وأنها هي التي على ضوئها تقاس ثمرة الأبحاث وفعاليتها من ناحية ثانية. فالدراسات والأبحاث العلمية بهذا المعنى هي محاولات مرهقة وقسرية strenuous تستهدف إخضاع الطبيعة وإجبارها على أن تلائم التصورات المحددة أو الإطارات التي نستمدها من مناهج الدراسة المتخصصة في فروع العلم. غير أن من المشكوك فيه على أية حال ما إذا كانت الأبحاث والتطبيقات العلمية يمكن لها أن تتم أو تستمر طويلا بمعزل عن تلك الإطارات التي تفرضها مناهج الدراسة المتخصصة في العلوم بغض النظر عن الجانب الإعتباطي الذي يكون قائما فيها. ولكن من المؤكد أنه ما دام ذلك الجانب الإعتباطي موجودا فإنه من البديهي أن تكون له نتيجة وأثر يذكر في تطور العلم... . ففي النشاط العلمي العادي. normal science-وهو العلم الذي يكرس له العلماء جل نشاطهم ووقتهم-نرى أساس البحث يقوم عل تصور مفاده أن العلماء يعرفون الكون وطبيعته، وما كثير من النجاحات التي يحققها العلم في أي زمن سوى شهادة على تمسك العلماء وميلهم إلى الدفاع عن تصورهم للطبيعة حتى ولو كانوا في تمسكهم ذاك يجانبون الصواب أحيانا ويغضون الطرف عن أمور قد تدفع بالعلم إلى الأمام. بعبارة أخرى نقول إن ما يصطلح عليه كون عبارة «العلم العادي». normal science-هو العلم الذي كان شائعا بين العلماء في عصر من العصور ويقضون معظم وقتهم ونشاطهم في البحث في قضاياه وممارسة تجاربه وتطبيقاته.

وهذا النشاط من العلم هو الذي يميل العلماء إلى التشبث به والدفاع عنه بحسب نظرتهم إلى الطبيعة وبقدر تصورهم للمشكلات التي تسود عصرهم. أما لماذا يدافع علماء أي عصر من العصور الذي يشيع في عصرهم فإن ذلك مرجعه أنهم وجدوا إجابات محددة في العلم الذي يأخذون به لكثير من المسائل والقضايا العلمية التي يطرحونها بحسب تصورهم للكون وطبيعته. هذا إذا هو «العلم العادي» كما قلنا، وإن كان تمسك العلماء بالعلم الذي يسود عصرهم ودفاعهم عنه كثيرا ما يكون على حساب إغفالهم جوانب أخرى أو مسائل هامة يطرحونها من إعتبارهم لمجرد أن تلك الجوانب أو المسائل لا تناسب طبيعة العلم الذي يأخذون به ويدافعون عنه. الأمر الهام هنا إذا هو أنه ربا كانت تلك الجوانب التي يغفلها العلماء في ممارستهم «للعلم العادي» ذات أهمية كبرى في دفع عجلة العلم إلى الأمام. فكثيرا ما طمس العلماء في ممارستهم للعلم العادي أفكارا مبتكرة وإبداعات هامة لأن تلك الأفكار والإبداعات الجديدة تهدد الأسس الهامة التي يقوم عليها العلم الذي يتمسكون به. وكم من فكرة أو تصور مبتكر طرحه العلماء من حسابهم أو غضوا الطرف عن البحث فيه لمجرد أنه لا يتناسب مع تصورهم للطبيعة باعتبار أن ذلك يزعزع القواعد التي يقوم عليها بناء العلم عندهم.

غير أن الحال لا تدوم طويلا طالما ظل «العلم العادي» ينطوي على جانب إعتباطي في صلبه، فطبيعة البحث والتطبيقات التي يفرضها «العلم العادي» نفسه لا يمكن أن تطمس تلك الإبداعات والأفكار المبتكرة إلى الأبد. فلقد تطرأ أحيانا مشكلة يفترض حلها ضمن إطار العلم السائد وأصوله ولكنها تظل مع ذلك مستعصية على قواعد ذلك العلم وتتحدى أكبر العلماء المتخصصين في ميدان حلها. كذلك نرى أنه ربما كان هناك جهاز تكنولوجي معين مصمم لأجل البحث والتطبيق في إطار «العلم العادي» ومشكلاته يعجز عن أداء عمله بكفاءة. ولقد يخيب ظن العلماء في أداة أو جهاز يفشل في حل بعض المعضلات التي تظهر بين حين وآخر وهي مشكلات غالبا ما تعتبر شاذة أو خارجة عن إطار البحث العلمي السائد.

الواضح إذا هو أنه كثيرا ما يقصر«العلم العادي» عن حل بعض المشكلات، وما إن تكثر تلك الحالات الشاذة حتى يصبح واجبا إعادة النظر في بناء «العلم العادي» وأسسه التي يرتكز عليها. وهكذا نرى أنه ما إن تتراكم

المعضلات التي لا يجيب عليها «العلم العادي» حتى يبدأ العلم ينحو نحوا جديدا ويحتم على العلماء إيجاد تصورات جديدة واعتماد أسس مختلفة للعلم. هنا تحدث ما يطلق عليها كون اصطلاح «الثورة العلمية»، وهي تحدث عندما ينقل العلماء ولاءهم لأسس علمية معينة إلى أسس أخرى جديدة. بعبارة أخرى نقول إنه عندما يعجز «العلم العادي» وتطبيقاته عن تفسير بعض الظواهر أو حل بعض المشكلات الطارئة فإن تراكم تلك الظواهر وتحديها للعلماء وأجهزتهم يحتم على الباحثين في العلم وتطبيقاته مراجعة أنفسهم وفحص الأسس التي يقوم عليها علمهم. وما هي إلا فترة حتى نرى العلماء يتشككون في صلاحية القواعد التي بنى عليها «العلم العادي» ثم ما يكون منهم إلا أن يتصوروا أسسا جديدة للعلم ويستبدلون بولائهم السابق للعلم العادي ولاء جديدا لتصورات مبتكرة. هذه النقلة من «علم عادي» إلى علم جديد هي التي أسماها كون «الثورة العلمية».

خذ على سبيل المثال بعض التطورات والاكتشافات التي حدثت في ميدان العلم ودفعت به إلى الأمام تجد أنها من هذا النوع من الثورات، وماذا عسى أن تكون نظريات كوبرنيكوس ومعادلات نيوتن واكتشافات لا فوازيه ونسبية انشتاين غير أمثلة على تلك الثورات العلمية التي تحدث بين حين وآخر. لعلنا نلاحظ بعد هذا أن الثورات العلمية هذه تظهر على أوضح ما يكون في ميدان العلوم الفيزيائية وإن كانت ميادين العلم الأخرى لا تخلو منها بطبيعة الحال. فكم نبذ العلماء نظرية سادت لفترة من الزمن واستبدلوا بها نظرية جديدة مختلفة عنها. وغني عن البيان أن كل نظرية أو ثورة علمية تستوجب نظرة جديدة إلى الكون من ناحية وتحدد طبيعة الأسئلة التي يحق للعلماء أن يطرحوها حول الطبيعة من ناحية أخرى. كل هذه الخصائص وما يصاحبها من نقاش ومعارضة واختلاف في وجهات النظر حول الأفكار والنظريات الجديدة هي السمات التي تحدد ماهية الثورات العلمية.

أنظر إلى سمات التحول في الفكر العلمي-كما يقول كون-من خلال ما يعرف بالثورة النيوتونية أو الكيميائية تجد أنها تجسد بالفعل ثورات علمية على النحو الذي طرح آنفا. ولا يعني ذلك أبدا أن الابتكارات الجزئية أو التطورات العلمية الفرعية في أي ميدان من ميادين العلوم تقل أهمية عن

غيرها مما يدور على الألسن وتكون شهرته واسعة النطاق إلى حد كبير. فالمعادلات التي جاء بها مكسويل Maxwell لا تقل أهمية أو ثورية عن النظرية النسبية التي جاء بها انشتاين، وكانت هناك معارضة لهما من جانب بعض العلماء والمتخصصين. يجب إذا أن نشدد على أن الابتكارات والنظريات الفرعية في ميدان أي علم من العلوم لا تقل أهمية عن النظريات العظيمة التي تشكل منعطفا هاما في تاريخ العلم وتطوره من ناحية ومن ناحية أخرى يجب التشديد كذلك على أنه كثيرا ما تواجه النظريات والابتكارات الجديدة معارضة حتى من قبل العلماء والمتخصصين. فكثيرا ما يأنف عالم من العلماء أن تكون هناك نظرية جديدة تتعدى أو تتطاول على ميدان الدراسة والبحث الذي يتخصص هو فيه، وذلك لسبب بسيط كما ذكرنا وهو أن هذا التعدي يشكل تحديا للأسس التي يقوم عليها العلم في تصوره، أو قل بأن هذا التعدي للأفكار الجديدة يزعزع الثقة ويهدد قواعد «العلم العادي» السائد، من هنا إذن نرى أنه حتى الاكتشافات والنظريات الفرعية الجديدة في ميدان أي علم من العلوم هي نظريات هامة وثورية وأنها لا يمكن أن يقال عنها إنها لا تزيد على كونها تحصيل حاصل لمجرد أنها تنطوي تحت ميدان أوسع من ميادين العلم. فالنظريات الفرعية الجديدة هذه تستوجب هي بدورها من جانب العلماء إعادة البحث والنظر والتحليل في ميدان العلم وتحتم عليهم إعادة ترتيب أفكارهم وجعلها أكثر اتساقا ومعقولية.

العلم بناء على هذا التصور إذا-وكما قال به كون-يتسم بدينامية باطنية وبثورة داخلية تتناول كافة جوانبه وتدفع به أبدا إلى كل جديد. وعملية إعادة التقييم لأسس العلم وقبول العلماء بتصورات جديدة ليست عملية سهلة، فهي ليست صنيعة فرد واحد، كلا ولا يمكن لها أن تتم بين عشية وضحاها. فلا عجب إذا-كما يقول كون-إن جابهت مؤرخي العلم صوبات كثيرة في محاولاتهم تحديد زمن دقيق جدا لأي ثورة علمية وذلك لأن العملية عملية دينامية من ناحية، ولأنها ليست من صنيعة فرد واحد من ناحية ثانية، ولأنها لا يمكن أن تتم بين يوم وليلة من ناحية ثالثة. لا يمكن بموجب هذا الرأي إذا أن ينظر الدارسون إلى حدث هام في ميدان العلم كما لو كان معزولا عن بقية الأحداث والمؤثرات التي تدور في ميدان العلم

نفسه. فالعملية كما قلنا عملية دينامية، والعلاقات بين الأحداث والنظريات والأفكار جميعا علاقات عضوية متشابكة.



1. White, Andrew Dickson; A History of the Warfare of Science with Theology (New York: A Free Press Paperback, 1965).

2. Santillana, Giorgio de; The Crime of Galileo (Chicago: The University of Chicago Press, 1955).

3. Burtt, Edwin A., The Metaphysical Foundation of Modern Physical Science (London: Routlede and Kegan, A reprint of the 2nd. Ed., 1972).

4. Baron, Hans, Towards a More Positive Evaluation of the Fifteenth-Century Renaissance, Journal of the History of Ideas, IV (Jan 1943).

5. Kristeller, Paul Oskar, The Place of Classical Humanism in Renaissance Thought, Journal of the Histpry of Ideas, IV. (1943. Jan)

6. Cassirer, Ernst, Giovanni Pico della Mirandola, Journal of the History of Ideas, Vol. III.(1942).

7. Bullough, Vern L., Educational Conflict and the Development of Science in the Renaissance, Bucknell Review, Vol. XV(1967).

8. Brown, Harcourt, The Renaisance and Historians of Science, Studies in the Renaissance, Vol. VII (1960).

9. Zilsel. Edgar, The Sociological Roots of Science, American Journal of Sociology, Vol, XLVII (1942- 1941).

10. Crowther, J.G., The Social Relations of Science (London: The Cresset Press, 1967)

11. White, Lynn Jr., Pumps and Pendula: Galileo and. Technology, in Galileo Reappraised,C.L. Golino,(ed، Berkeley and Los Angeles: University of California Press 1966).

12. Randall, John Herman, The Place of Leonardo da Vinci in the Emergence of Modern Science, Jornal of the History of Ideas, XIV (1953).

13. Crombie,A.C.,The Significance of Medieval. Discussions of Scientific Method for the Scientific Revolution in Marshall Clagett, ed. Critical Problems in the History of Science, A reprint of the 1st. Ed., The University of Wisconsion Press, 1969.

14. Moody Ernest A., Galileo and His Precurdod. in C.L. Colino, ed., California Press, 1966).

15. Kuhn Thomas S. The Structure of Scientific Revolutions. (University of Chicago Press, 6th Impression, 1975).

الهوامش

هوامش المقدمة:

(1) تختلف نظرة أرسطو حول الطبيعة عن نظرة سلفه ديموقريطس.Democritus إذ ذهب هذا الأخير-وكان اشهر من يمثل المذهب الذري عند قدماء الإغريق-إلى القول بوجود فراغ في الطبيعة. وكذلك تحسن الإشارة هنا إلى أن أر سطو لم يكن آخر القائلين بفكرة الكون الممتلئ الذي لا فراغ فيه إذ إن ديكارت-وهو من أشهر فلاسفة القرن السابع عشر يذهب إلى مثل ذلك الرأي. (للمزيد من التفاصيل انظر كتابنا: فكرة التطور في الفلسفة المعاصرة).

هوامش الفصل الثاني:

(1) وان يكن بولوخ يشير إلى أن وجود مؤلفات في علم التشريح لا يقوم دليلا على استعمالها في الفصول الدراسية، إلا إن طباعة كتاب شهير، وهو كتاب موندينو Mondino سبع مرات في المدن الجامعية الإيطالية أو في فينيسيا قبل عام 1500 لأمر يرجح الاعتقاد باستعمال ذلك الكتاب كمادة دراسية مقررة وتداوله بين أيدي الطلبة المتخصصين في علم التشريح. وقل مثل ذلك في أعمال قام بها يوهان كيثام. Johannes Ketham وكتابات كتبها وهي التي شملت فيما شملت كتاب موندينو الشهير. أما أكثر الأشياء لفتا للنظر والمتعلقة بالتغيرات التي حدثت في أسس التعليم ومناهجه في التطورات الهامة التي طرأت على علم التشريح نفسه والتي يمكن استخلاص معالمها من كتابات أليساندروأكليني Alessandro Achillini وألساندرو بينيديتي Alessandro Benedetti وجياكومو بيرنجاريودي كاربي Giacomo Berengario Carpi. وهي الكتابات التي أرست الأسس القوية لما أعقبها من ثورة في علم التشريح جاء بها فاسيلياس. Vesalius.

(2) يحسن أن نذكر هنا بأنه صدر كتاب هام في علم الفلك منذ حوالي سنتين عنوانه «جريمة كلوديوس بطليموس». The Crime of Claudius Ptolmy. أحدث هذا الكتاب ضجة عظيمة في أوساط المفكرين والباحثين وذلك لأن كاتيه روبرت د. نيوتن R.D. Newton قد اتهم بطليموس-بناء على مصادر أساسية وأصيلة-باختلاف المعطيات. data التي استند عليها ذلك الفلكي الشهير في تأسيس نظرياته.

المؤلف في سطور:

د.عبد الله العمر

ولد في الكويت في عام 1943 .

* حصل عل ليسانس في الآداب قسم الفلسفة من جامعة بيروت العربية 1969، وماجستير في فلسفة العلوم من جامعة الكويت عام 1975، وماجستير من جامعة هارفارد من قسم تاريخ العلوم عام 1979، ودكتورا منها أيضا في عام 1982 .

* يعمل حاليا مدرسا لقسم الفلسفة بجامعة الكويت.

* نشر عددا كبيرا من المقالات وبعض الكتب منها «فكرة التطور في الفلسفة المعاصرة».

* أحد أعضاء هيئة تحرير مجلة الثقافة العالمية التي يصدرها المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب.



نظريات التعلم

دراسة مقارنة

ترجمة: د. علي حسين حجاج

مراجعة: د. عطية محمود هنا